

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE TECNOLOGIA

COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

MATHEUS BEZERRA RODRIGUES

**PERCEPÇÃO DOS ALUNOS QUANTO À UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE
SOLIDWORKS EM UMA DISCIPLINA DE PROJETO DE PRODUTO**

JOÃO PESSOA

2017

MATHEUS BEZERRA RODRIGUES

**PERCEPÇÃO DOS ALUNOS QUANTO À UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE
SOLIDWORKS EM UMA DISCIPLINA DE PROJETO DE PRODUTO**

Monografia apresentada como trabalho de conclusão do curso de graduação em Engenharia de Produção Mecânica, Departamento de Engenharia de Produção, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Morais Borges

JOÃO PESSOA

2017

R696p Rodrigues, Matheus Bezerra

Percepção dos alunos quanto à utilização do software SolidWorks em uma disciplina de projeto de produto. / Matheus Bezerra Rodrigues. – João Pessoa, 2017.

64f. il.:

Orientador: Prof. Dr. Fábio Moraes Borges

Monografia (Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica)
Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba.

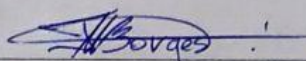
1. Processo de desenvolvimento do produto 2. Projeto de Produto 3.
Educação em Engenharia 4. Impressora 3D I. Título.

MATHEUS BEZERRA RODRIGUES

PERCEPÇÃO DOS ALUNOS QUANTO À UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE
SOLIDWORKS EM UMA DISCIPLINA DE PROJETO DE PRODUTO

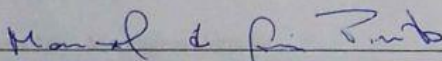
Monografia apresentada e aprovada, _____, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba, pela comissão formada pelos seguintes membros.

Banca Examinadora



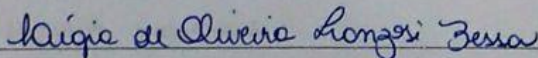
Prof. Dr. Fábio Moraes Borges – Orientador

Departamento de Engenharia de Produção – UFPB



Prof. Dr. Marcel de Gois Pinto

Departamento de Engenharia de Produção – UFPB



Prof. Dr. Lígia de Oliveira Franzosi Bessa

Departamento de Engenharia de Produção – UFPB

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Ciclo de Vida do Produto
Figura 2	Interface <i>SolidWorks</i>
Figura 3	Interface <i>AutoCad</i>
Figura 4	Fluxograma da Atividade
Figura 5	Peça Superior
Figura 6	Divisória 1
Figura 7	Divisória 2
Figura 8	Sustentação
Figura 9	Faca
Figura 10	Saca Rolha
Figura 11	Chave Philips
Figura 12	Montagem
Figura 13	Demonstração do comando motor linear
Figura 14	Superior Editada
Figura 15	Argola
Figura 16	Montagem Editada
Figura 17	Primeira Questão
Figura 18	Terceira Questão
Figura 19	Quinta Questão
Figura 20	Sexta Questão
Figura 21	Sétima Questão
Figura 22	Vigésima questão
Figura 23	Oitava Questão

Figura 24	Decima segunda questão
Figura 25	Nona Questão
Figura 26	Decima oitava questão
Figura 27	Decima nona questão
Figura 28	Decima terceira questão
Figura 29	Decima quinta questão
Figura 30	Decima Questão
Figura 31	Decima primeira questão
Figura 32	Questionário 1
Figura 33	Questionário 2
Figura 34	Questionário 3
Figura 35	Questionário 4
Figura 36	Questionário 5

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Tecnologias de Impressão
Quadro 2	Comados Utilizados (Canivete)
Quadro 3	Resumo

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD	<i>Desing Computer Aided</i>
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
DFMA	<i>Manufacture and Assembly</i>
DFQ	<i>Quality</i>
DFS	<i>Service</i>
3D	<i>Three-Dimensional</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i>
2D	<i>Two-Dimensional</i>
CADD	<i>Combined Annotation Dependent Depletion</i>
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
PDP	Processo de Desenvolvimento do Produto
SLA	<i>Stereolithography</i>
FDM	<i>Fused Deposition Modelling</i>
IJP	<i>Ink Jet Printing</i>
SLS	<i>Selective Layer Sintering</i>
3DP	<i>Three-Dimensional Printing</i>
LENS	<i>Laser Engineered Net Shaping</i>
LOM	<i>Laminated Object Manufacturing</i>

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar a força de superar os desafios impostos.

Aos meus pais, pelo incentivo, carinho e apoio incondicional para que eu chegasse a este momento tão importante.

Aos meus irmãos, que me apoiaram em todos os momentos desta caminhada.

A minha namorada, Wênnya Ramalho, que sempre esteve presente durante toda esta pesquisa me dando apoio necessário.

Aos meus amigos de turma que iniciaram esta caminhada e compartilharam várias experiências.

Em especial a minha amiga, Jéssica Bezerril, por toda sua dedicação na criação da aula de SolidWorks como também todo o suporte durante esta etapa da minha vida.

Ao Professor Fábio Moraes, pela sua orientação, paciência e dedicação a este trabalho que foi de suma importância para esta pesquisa.

Aos amigos e colegas, por todo apoio durante a graduação.

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso apresenta a utilização de um software CAD – *Computer Aided Design*, traduzido por desenho assistido por computador, em uma disciplina de Projeto de Produto dos cursos de Engenharia de Produção e Engenharia de Produção Mecânica. Para proporcionar um ambiente prático de concepção de produto foram realizadas aulas básicas de modelagem no software *SolidWorks*, utilizando ferramentas e recursos para modelar e montar um produto. Para montagem das aulas será apresentado como se deu a escolha do produto e do software, além da construção das aulas e as etapas da construção do produto utilizando a modelagem digital. Foi realizado um estudo breve das tecnologias de impressão *3D* contendo a forma na qual realiza o procedimento de impressão e também foram descritas algumas vantagens e desvantagens de cada tipo de máquina. Este trabalho de conclusão se dispõe a apresentar linhas e métodos que são utilizados para a geração de conhecimento. Como o professor pode criar um clima organizacional que realmente agrega valor aos discentes tanto acadêmico como profissional. Por fim este trabalho dedicou-se a analisar os impactos relacionados a construção da aula ministrada de *SolidWorks* pelos monitores. Foi montado um questionário para a geração de dados suficientes com a finalidade de estudar a percepção dos alunos perante software utilizado.

Palavras-Chave: Processo de Desenvolvimento do Produto. Projeto de Produto. Educação em Engenharia. Impressora 3D.

ABSTRACT

This paper presents the use of CAD - Computer Aided Design software, in a Product Design discipline of the Production Engineering and Mechanical Production Engineering courses. To provide a practical product design environment, basic modeling lessons were performed in SolidWorks software, using tools and resources to model and assemble a product. For the setting of the classes will be presented how the product and the software were chosen, as well as the construction of the classes and the stages of product construction using digital modeling. A brief study of the 3D printing technologies was developed containing the way in which the printing procedure was performed and some advantages and disadvantages of each type of machine were also described. This final paper is arranged to present lines and methods that are used for the generation of knowledge. How the teacher can create an organizational environment that really adds value to both academic and professional learners. Finally, this work was dedicated to analyze the impacts related to the construction of the class of SolidWorks given by the monitors. A questionnaire was set up to generate data aiming to examine the student's perception of the software used.

Keywords: Product Development Process. Product Design. Education in Engineering. 3d printer.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	12
1.2. JUSTIFICATIVA	12
1.3. OBJETIVOS	13
1.3.1. Objetivo Geral	13
1.3.2. Objetivos Específicos	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1. PROJETO DE PRODUTO	14
2.1.1. Pesquisa de mercado	15
2.1.2. Projeto Conceitual	16
2.1.3. Projeto Básico	17
2.1.4. Projeto Detalhado	20
2.2. MODELAGEM DIGITAL	21
2.3. SOFTWARES DE MODELAGEM	22
2.3.1. SolidWorks.....	22
2.3.2. AutoCad	23
2.3.3. Melhoria Educacional	24
2.4. PROTOTIPAGEM RÁPIDA.....	25
2.4.1. Impressão 3D.....	26
2.5. EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA	28
2.5.1. Estilos de Aprendizagem.....	28
2.5.3. Utilização de software CAD	31
3. METODOLOGIA.....	33
3.1. Escolha do Produto	35
3.2. Canivete Suíço (Modelagem 3D)	36
4. RESULTADOS	44

5. CONCLUSÕES E PROPOSTAS.....	53
BIBLIOGRAFIA.....	55
APÊNDICE A	60

1. INTRODUÇÃO

O primeiro o capítulo trata-se da apresentação do tema, justificativa, objetivo geral e específicos.

1.1. APRESENTAÇÃO DO TEMA

Este trabalho apresenta a utilização de um *software* de modelagem numa disciplina de projeto de produto que auxilia o aluno nas atividades de desenvolvimento do produto, seguindo uma metodologia abordada em sala. O ambiente virtual oferece ferramentas de desenho que envolvem qualquer atividade que utiliza o computador para analisar, desenvolver e modificar o projeto de um produto com objetivo de melhoria.

Os Programas CAD - *Computer Aided Design* – traduzido por Desenho Assistido por Computador – são programas computacionais destinados ao desenho em projeto. Cada *software* apresenta um conjunto de recursos que possibilita ao usuário a escolha da ferramenta que atenda melhor às suas necessidades. O programa escolhido foi o *software SolidWorks*, que proporcionou aprendizado de ferramentas básicas para os alunos de graduação em engenharia de produção, gerando conhecimento mais amplo para o aluno e o favorecendo no mercado de trabalho, visto que indústrias de alta tecnologia necessitam de profissionais capacitados da área.

Dessa forma, serão apresentadas as etapas da construção do material de apoio para a disciplina de projeto de produto, utilizando o *software SolidWorks*, com o intuito de beneficiar o aluno visto que

A possibilidade de visualizar e manipular, interativamente, modelos virtuais e imagens permite a compreensão e análise de enorme quantidade de informação de natureza espacial, com altíssima eficiência, ampliando a capacidade humana de raciocinar e se comunicar visualmente. (SILVA, 2011)

1.2. JUSTIFICATIVA

Hoje nos cursos de Engenharia de Produção e Produção Mecânica são poucas as disciplinas que aplicam as teorias estudadas em sala de aula. Segundo autor Barreto (1999), defende que existem alunos que adquirem mais conhecimentos a partir de aulas práticas. Portanto, para estes, uma quantidade em excesso de aulas teóricas ocasiona uma certa defasagem em termos de praticidade.

A disciplina de projeto do produto é de suma importância, uma vez que a teoria estudada se aplica corriqueiramente, todavia os *softwares CADs* contempla esse papel importante. Os principais motivos para defender a utilização da modelagem virtual são: as empresas veem com bons olhos alunos que já tenham familiaridade com estes programas, aumento da capacidade de análise, facilitação da construção do conhecimento e ao final da disciplina de projeto do produto cria-se um protótipo virtual onde os alunos visualizam todas as etapas anteriormente realizadas em um único produto.

Na formação do Engenheiro de Produção Mecânica cria-se conhecimento em várias áreas de atuação. É normal que cada estudante se identifique com uma área específica do curso, porém há necessidade que aluno procure aprofundar o conhecimento na área que almeja. A escolha do tema deste trabalho de conclusão do curso, teve como finalidade aumentar os conhecimentos do pesquisador, criar desafios, além de provocar interesse até o final do artigo.

Essa pesquisa tem como objetivo analisar a didática utilizada em sala de aula durante a apresentação e utilização do *SolidWorks* para alunos da disciplina de projeto do produto, apresenta conceito e definições necessários para justificar a metodologia utilizada na disciplina, com base teórica sobre software *CADs* e os princípios utilizados para aumentar a taxa de sucesso de aprendizagem dos alunos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo Geral

Avaliar a percepção dos alunos sobre a importância da prática de modelagem digital em uma disciplina de Projeto do Produto.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Apresentar as etapas do desenvolvimento de um projeto de produto;
- Identificar características que influenciam o aprendizado dos alunos na utilização do Solidworks na disciplina Projeto de Produto.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo será apresentada a fundamentação teórica dos seguintes assuntos: Projeto de produto, modelagem digital, softwares de modelagem, prototipagem rápida e educação em engenharia.

2.1. PROJETO DE PRODUTO

Segundo Vieira (2013) em um mercado globalizado, onde há alto índice de concorrência e também em certos mercados saturados a inovação tornou-se uma estratégia de diferenciação. A inovação tornou-se uma lei para empresas em um mercado globalizado para sobreviver e aumento da participação do mercado. Ou seja, empreendimentos que tem como concepção a pesquisa e desenvolvimento de novos produtos tem maior probabilidade de manter-se no mercado e até mesmo diferenciar dos concorrentes ao torna-se referência de mercado.

A concepção de novos produtos é uma atividade que se situa entre a empresa e o mercado. Trata-se de uma atividade crítica para a competitividade das empresas, uma vez que identificar primeiro as oportunidades que mercado oferece para o desenvolvimento de um novo produto pode ser a chave do sucesso do negócio. (Campos, 2010)

Para um programa de pesquisa e desenvolvimento de produtos ter aceitação no mercado todos os setores da organização têm que funcionar em conjunto desde o departamento de vendas ao de logística. Apesar de que em cada setor da empresa existem “diferenças de abordagens e pontos de vista ocasionam uma desconexão entre os modelos apresentados pela literatura.” (KRISHNAN e ULRICH, 2001)

Uma variável que tem que ser observado com muita cautela é a forma como tempo influência na vida do produto, onde a “duração do ciclo de vida varia muito em função em função do tipo de produto e da especialidade. Nos últimos anos observou-se uma constante redução desse tempo.” (PAHL, 2005) Principalmente por esse motivo vem a necessidade de diminuir o tempo gasto no desenvolvimento, diminuir custo do projeto e também minimizar riscos inerentes. Segundo (Nunes, 2010) no início do projeto onde pode e deve ocorrer qualquer mudança pelos projetistas tem custo baixo e alta possibilidade de mudanças significativas ao comparar com qualquer outra etapa, ou seja, com o passar do tempo as variáveis anteriormente citadas se inverte, por exemplo, ao final do projeto existe um alto

custo de modificação e margem pequena para a possibilidade para mudar significativamente o produto final.

A figura abaixo demonstra como funciona o ciclo de vida de produto.

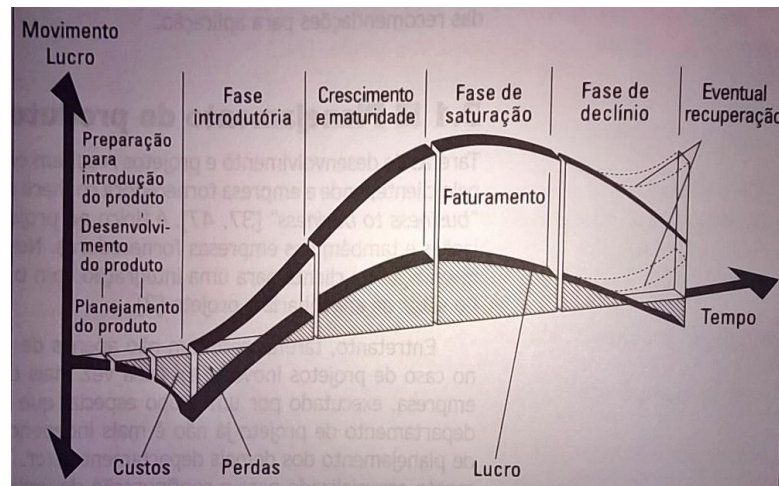


Figura 37 - Ciclo de Vida do Produto

Fonte: PAHL, 2005

Para cada autor existe uma forma para abordar qual método utilizar no planejamento e desenvolvimento do produto, apesar que ocorrer uma coesão no método ao utilizar que os métodos são “uma fase de levantamento e especificação das necessidades, uma de projeto conceitual, depois o projeto preliminar e por fim o projeto detalhado.” (BORGES, 2008)

Foi adotado uma divisão do planejamento e desenvolvimento do produto como pesquisa de mercado, projeto conceitual, básico e detalhado.

2.1.1. Pesquisa de mercado

A origem das oportunidades de desenvolvimento de novos produtos pode ser classificada em duas categorias: demanda do mercado e oferta de tecnologia. A demanda do mercado refere-se à procura, pelo mercado, de produtos ou características do produto que ainda não são oferecidos pela sua empresa. (BAXTER, 2011)

Existem dois tipos de demanda de mercado. Na primeira, é necessário alto grau de capacidade dos desenvolvedores para combater a concorrência e principalmente a tecnologia embarcada dos produtos concorrentes. O segundo tipo de demanda é atender uma necessidade do mercado anteriormente precária com um novo produto. “A oferta de tecnologia refere-se à

disponibilidade de novas tecnologias, gerando oportunidade de inovação do produto.” (BAXTER, 2011)

Qualquer produto tem que ser desenvolvido para um público-alvo, ou seja, ao final do projeto tem que atender à uma necessidade do cliente.

"A satisfação do consumidor final é, portanto, o alvo primordial das empresas competitivas. As expectativas dos clientes, por outro lado, não são estáticas, alterando-se de acordo com as novas ofertas do mercado, e por isso devem ser continuamente investigadas." (Romeiro, 2011)

Para dimensionar uma amostra é importante considerar a representatividade desta na população estudada. Utilizar qualquer método de pesquisa para coletar dados e só depois analisar com a finalidade de encontrar necessidades não atendidas. Ao encontrar essa precariedade, realiza-se uma pesquisa tecnológica e por patentes, em vários sites, por exemplo, o site do Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI.

A pesquisa de mercado tem como propósito estudar o público-alvo e também identificar as características que o produto deve ter para suprir as necessidades do mercado.

2.1.2. Projeto Conceitual

“O projeto conceitual tem o objetivo de produzir princípios de projeto para o novo produto. Ele deve ser suficiente para satisfazer as exigências do consumidor e diferenciar o novo produto de outros mercados.” (BAXTER, 2011) Esta etapa utiliza-se de métodos para aguçar a criatividade com objetivo de maximizar possíveis soluções, pois a etapa termina somente quando descarta ideias que não atenderão a um determinado requisito determinado pelos projetistas.

Essa fase "se propõe a desenvolver as linhas básicas da forma e função do produto. Visa, produzir um conjunto de princípios e de estilo, derivado da proposta do benefício básico, que resultou da especificação de oportunidade." (BAXTER, 2011) Para considerar uma solução devem ser atendidas as restrições do projeto e a cultura da organização desenvolvedora do produto.

Sabe-se que "Todos os produtos são projetados para serem usados, de alguma forma, pelo homem. Examinando-se a interface homem-produto em detalhes, pode-se descobrir que ela geralmente é complexa e pouco compreendida." (BAXTER, 2011) Somente a análise da tarefa demonstra como o consumidor utiliza-se do objeto.

Outro método que se utiliza é a análise das funções do produto que se caracteriza como:

uma técnica orientada para o consumidor. As funções do produto são apresentadas como são percebidas e avaliadas pelo consumidor. Para produtos de maior complexidade ou aqueles cujas funções não são entendidas pelo consumidor, deve-se realizar pesquisas formais de mercado. (BAXTER, 2011)

Após a etapa anterior, há a necessidade de selecionar o melhor conceito. Existem várias ferramentas para escolher o melhor conceito, por exemplo, o modelo de Escócia Pugh na qual comparam-se os conceitos selecionados entre si. "Os conceitos gerados são ordenados de acordo com os critérios de seleção definidos na especificação de oportunidade [...]. Para simplificar o processo, cada conceito é comparado com o conceito referencial." (BAXTER, 2011) Esse método usa três valores que são: melhor, pior ou igual à referência. São realizadas várias rodadas com a finalidade de todos os produtos serem a referência. Se estiver comparando dois produtos, vão ocorrer duas rodadas para que cada conceito seja uma vez o referencial. Sendo adotado o que tiver, no somatório de todas as etapas, a maior soma de pontos.

2.1.3. Projeto Básico

Ao utilizar o modelo de Kano, estuda que cada característica do produto atende algum nível de satisfação do cliente, portanto ao analisar cada característica comparado com os concorrentes gera níveis de satisfação diferentes, ou seja, pode gerar muita ou pouca satisfação do cliente. Esse modelo é fatiado em quatro variáveis para a qualidade do produto que são:

- Desejos não declarados pelos consumidores: "Existem alguns desejos que os consumidores não declaram e que são muito difíceis de serem identificados pela pesquisa de mercado. Esses desejos recaem nas categorias básicas (são considerados evidentes) e de excitação (são desconhecidos pelos consumidores)." (BAXTER, 2011) A melhor forma para entender esses desejos é realizar pesquisa de mercado e também comparação com os demais produtos.

- Atendimento das necessidades básicas: "O atendimento às necessidades básicas é um pré-requisito necessário para o sucesso do novo produto. Entretanto, desde que essas necessidades estejam satisfeitas, não compensa investir muito na melhoria das mesmas." (BAXTER, 2011) É uma necessidade que não compensa investir muito, pois ao analisar o

gráfico do modelo, ver que a curva é decrescente. Os requisitos básicos “trata-se sempre de requisitos implícitos, isto é, não são manifestados pelos clientes. Seu atendimento é considerado como natural, sendo que para o cliente, isto é, da maior importância” (PAHL, 2005).

- Atendimento aos fatores de excitação: “A satisfação dos consumidores tende a crescer cada vez mais, proporcionalmente, quando se incluem os fatores de excitação. Assim, quanto mais fatores de excitação forem incluídos no produto, mais ele se destacará em relação aos seus concorrentes.” (BAXTER, 2011) O investimento nessa área tem maior índice de retorno financeiro.

- Atendimento aos fatores de performance: “Os fatores de performance aumentam a satisfação dos consumidores, mas não tanto quanto os fatores de excitação.” (BAXTER, 2011) Portanto a preocupação nesse tipo de satisfação é atender pelo menos o mínimo, ou seja, é um fator que o projetista tende adicionar como desempenho esperado pelo cliente.

Ao usar do método de Kano o projetista tem como objetivo balancear todos os fatores acima citados. Portanto atender às expectativas do cliente perante todos os níveis que geram satisfação ao consumidor.

Nessa etapa utiliza-se da planilha Quality Function Deployment (QFD). Por meio dessa ferramenta, relacionam-se as necessidades do cliente com os requisitos de projeto. Qual requisito de projeto atende a um ou mais necessidades do cliente. Após a etapa anterior, realiza-se um estudo comparando os produtos ou conceitos dos concorrentes atuais com a finalidade de verificar qual produto atende ou tem o melhor desempenho perante as necessidades do cliente.

O QFD consiste em quatro processos que são:

- Desenvolve-se uma matriz para converter as características desejadas pelos consumidores em atributos técnicos do produto.
- Os produtos concorrentes são analisados e ordenados quanto à satisfação dos consumidores e desempenho técnico.
- Fixam-se metas quantitativas para cada atributo técnico do produto.
- Essas metas são priorizadas, visando orientar os esforços de projeto.

(BAXTER, 2011)

A primeira etapa é definida como:

O processo se inicia listando todas as necessidades do consumidor e colocando-se nas linhas, à esquerda da matriz. Então, os requisitos técnicos do produto, imprescindíveis para satisfazer a essas necessidades de conversão. Nos cruzamentos das linhas e colunas, avaliam-se como os diversos parâmetros técnicos se relacionam com as necessidades do consumidor. (BAXTER, 2011)

Utiliza-se de códigos para identificar qual relação é forte ou fraca comparando as necessidades dos clientes com os requisitos do projeto.

A segunda etapa:

“realizada de duas maneiras, no desdobramento da função qualidade. Em primeiro lugar, os consumidores devem fazer uma avaliação dos produtos concorrentes, usando as necessidades do consumidor. Em segundo lugar, a equipe de projeto avalia os produtos concorrentes de acordo com os requisitos do projeto” (BAXTER, 2011).

Essa fase é realizada de forma quantitativa. Ao final do processo, o conceito é escolhido pelo o somatório de pontos.

A terceira etapa trata de estabelecer metas do projeto. Portanto, essa fase é primordial para relevar características importantes para aumentar a participação de mercado e superar os fatores definidos pelo modelo Kano para o consumidor.

Após todos os passos anteriores, “deve-se estabelecer as prioridades, para que os esforços de projeto sejam direcionados para os pontos importantes. Também pode acontecer que certas metas sejam sacrificadas, se surgirem conflitos entre elas.” (BAXTER, 2011) Cabe aos projetistas utilizar uma metodologia para decidir quais são os fatores que mais influenciam a decisão de escolha do consumidor.

Tendo escolhidos os requisitos do produto, as funções e as propriedades, pode-se definir qual o tipo de foco será dado a cada item do produto. Chamado Design for X, onde o “X” indica qual o direcionamento de projeto. Alguns exemplos são: Manufacture and Assembly (DFMA), Compliance (DFC), Quality (DFQ) e Service (DFS). Abaixo listagem na estratégia utilizada em cada design:

- Desenho para manufatura e montagem (DFMA):

Projetar para um número mínimo de peças, integrando funções exercidas por diferentes peças. Desenvolver um projeto modular, visando a facilidade de combinações, separação e recombinação. Minimizar as variações das peças e componentes, mantendo os mesmos materiais e componentes. (GURGEL, 1995)

- Desenho para qualidade: “Atender e possivelmente superar aos requisitos quantitativos e qualitativos do mercado. Diferenciar adequadamente os produtos, para atender a diferentes segmentos do mercado.” (GURGEL, 1995)
- Projeto para serviço (DFS): “Projetar para facilitar a instalação inicial, bem como o reparo e a modificação dos produtos no campo ou nos centros de serviços.” (ROMEIRO, 2011)

Decidida qual a estratégia adotada para o produto, parte-se para a concretização dos itens no projeto. Por exemplo, decidindo por Desing for Coast, tem-se que decidir por estruturas e características para baratear o custo de fabricação e dos componentes.

Uma das etapas mais importantes é a de prototipagem e testes que leva em consideração aspectos como ergonomia e antropometria. Essa fase é realizada com observações feitas durante a utilização do produto pelo o cliente, normalmente através de vídeos, fotos e utilização real. Nessa etapa, pode-se encontrar necessidades verbalizadas pelo consumidor anteriormente e não listada no QFD. Os estudiosos em ergonomia analisam a interação entre o homem e objeto manipulado.

2.1.4. Projeto Detalhado

Primeiro definem-se os portadores de efeito ou itens que devem “representar qualitativamente o efeito ou o meio que desempenhará a função desejada.” (AMARAL, 2006) Para desenvolver um projeto do produto chama-se de portador de efeito tudo aquilo que é introduzido no produto para atender uma função desejada, sendo que o mesmo portador pode atender mais de uma função.

Após a etapa anterior pode-se começar a desenhar ou projetar “diversos tipos de modelos do produto ser construídos de acordo com o objetivo. Para se estudar a forma global do produto, pode-se construir um modelo simples em papelão, argila, gesso.” (BAXTER, 2011) Uma forma de ganhar tempo é utilizar o mesmo material destinado ao produto final para o protótipo. A finalidade é realizar teste de desempenho, principalmente nas necessidades estabelecidas pela equipe desenvolvedora.

Com os portadores de efeito pode-se estruturar o protótipo, ou seja, “a estrutura do produto determina a subdivisão do conjunto de desenhos e as listas de componentes e orienta-se praticamente pelas ramificações da síntese da estrutura ou árvore genealógica.” (PAHL, 2005)

Após as etapas anteriores é suma importância utilizar da ferramenta Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Consiste em encontrar e listas possíveis falhas com objetivo de reconhecer todos os riscos e minimiza-los ou até mesmo instigá-los. Existem três tipos de FMEA que são de sistema, projeto e processo. Abaixo a descrição de cada tipo encontrado segundo BAXTER (2011):

- FMEA de sistema é usada para analisar sistemas e subsistemas na fase de concepção. Concentra-se nos modos de falhas potenciais associados às funções do sistema, causados por deficiências de projeto, incluído interações entre os elementos do próprio sistema e interação com outros sistemas.
- FMEA de projeto envolve a análise de causas específicas de falhas em componentes individuais.
- FMEA de processo é usada para analisar processos de fabricação em geral e de montagem, conduzidos quando o processo de produção já é definido.

Ao utiliza-se da ferramenta FMEA no projeto do produto tem como objetivo analisar todas as possíveis falhas durante toda a utilização, ciclo de vida, a ideia dessa ferramenta é diminuir a probabilidade de o consumidor deparar com erros do desenvolvimento.

2.2. MODELAGEM DIGITAL

“A representação digital das ideias criadas por projetistas e usuários facilita a construção do projeto participativo e da inserção de diversos mundos – objetivos no processo de criação.” (BUCCIARELLI, 2003) Sistema CAD – Design Computer Aided “é o nome genérico dos sistemas computacionais utilizados pela engenharia, geologia, arquitetura, e design industrial para executar projetos e desenhos técnicos.” (NAVEIRO, 2010) Os engenheiros por meio de softwares CADs transforma conceito inicial em uma representação gráfica.

Geralmente [...] são softwares que permitem a criação de geometria em formato vetorial. Executam desenhos automáticos de conjuntos de peças, facilitam a modificação do design do modelo e produção de múltiplas versões, simulam mecanismos sem a necessidades de protótipo físico [...]. (SILVA, 2011)

Ao desenvolver qualquer produto deve-se existir cooperação de todos os departamentos que serão envolvidos desde o início até a produção final do produto. O envolvimento e a colaboração de todos os departamentos têm como finalidade oferecer ao item final todos os aspectos que realmente provoque a satisfação do cliente. Por meio de programas CADs a informação pode ser repassada simultaneamente para todos os

participantes do projeto. Cada software atende melhor uma determinada situação, cabe ao projetista decidir qual irá atender melhor sua demanda.

A possibilidade de visualizar e manipular, interativamente, modelos virtuais e imagens permite a compreensão e análise de enorme quantidade de informação de natureza espacial, com altíssima eficiência, ampliando a capacidade humana de raciocinar e se comunicar visualmente. (SILVA, 2011)

2.3. SOFTWARES DE MODELAGEM

Sistemas CAD facilitam a criação de produtos em ambientes computacionais. Geralmente

eles são softwares que permitem a criação de geometria em formato vetorial. Executam desenhos automáticos de conjuntos de peças, validam e verificam um design segundo as especificações e regras determinadas, criam documentação de engenharia (desenhos técnicos e listas de materiais), permitem a saída direta de um modelo para máquinas de prototipação rápida, geram automaticamente desenhos bidimensionais a partir de modelos sólidos, modelam superfícies Freeform, importam e exportam dados com formatos de diferentes programas, calculam propriedades de massa (entre outras) das peças e conjuntos criados, possuem funções paramétricas tridimensionais para modelagem de sólidos, facilitam a modificação do design do modelo e produção de múltiplas versões, mantêm uma biblioteca de peças e conjuntos criados, simulam mecanismos sem a necessidade de um protótipo físico, verificam a cinemática e interferência em peças e conjuntos e auxiliam a visualização com o uso de sombras, rotação, remoção de partes, efeitos de transparência e textura, permitindo a execução de imagens com acabamento fotográfico, antes da construção de um modelo físico. (SILVA,2011)

Como o objetivo é aumentar a taxa de aprendizagem dos alunos, houve a necessidade de comparar dois softwares. O propósito da comparação é estudar qual programa designaria o melhor cenário para a construção do conhecimento. Logo, a comparação foi realizada entre os programas Solidworks e Autocad.

2.3.1. SolidWorks

SolidWorks – Adquirida em 1997 pela Dassault Systèmes S.A.* — sediada em Vélizy, França — o desenvolvedor líder global de soluções de gerenciamento de ciclos de vida de produtos. A Dassault Systèmes SolidWorks Corp. oferece ferramentas de software 3D que permitem que você crie, simule, publique e gerencie seus dados. Os produtos da Solidworks são fáceis de aprender e de usar e trabalham juntos para ajudá-lo a criar melhor e de forma mais rápida e econômica

seus produtos. O foco da SolidWorks na facilidade de uso permite mais do que nunca que mais engenheiros, projetistas e outros profissionais de tecnologia aproveitem a tecnologia 3D para darem vida aos seus projetos. (SOLIDWORKSBRASIL, 2017)

Abaixo imagem contendo área de trabalho do Solidworks:

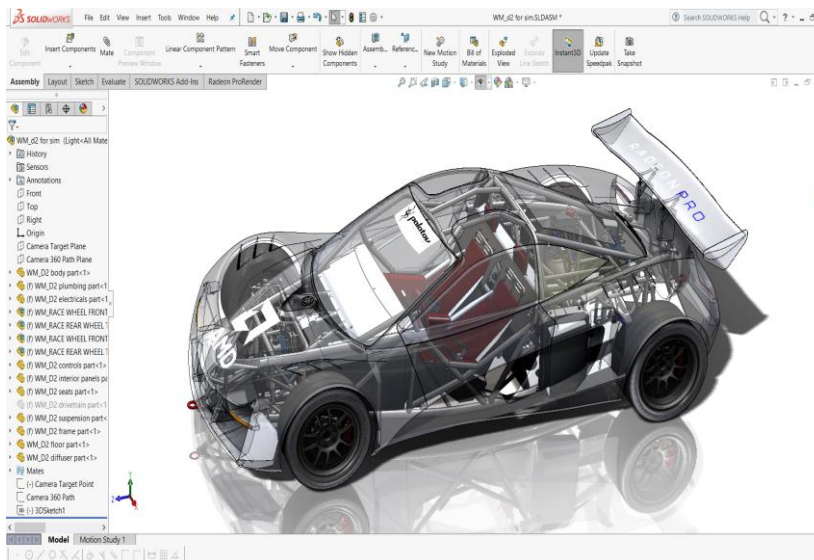


Figura 38 - Interface SolidWorks
Fonte: PRO.RADEON, 2017

2.3.2. AutoCad

AutoCad - Em 1982 criado pela Autodesk, Inc., criado para desenvolver peças de duas ou três dimensões. Existe uma versão gratuita para estudantes e normalmente é a porta de entrada para programas CADs. O software é capaz de:

Criação e edição de geometrias em 2D, criação e edição de modelos 3D com sólidos, superfícies e objetos de malha, anotação de desenhos com texto, dimensões, tracejados e tabelas, personalização da faixa de opções e paletas de ferramentas, personalização com APIs e aplicativos complementares, extração de dados de objeto para tabelas; anexa e importa dados de arquivos PDF, compartilha e usa dados de arquivos DGN, do Navisworks e de Mapas do Bing e aplicação e monitoramento das normas de CAD. (AUTODESK, 2017)

Abaixo imagem do layout inicial do programa:



Figura 39 - Interface AutoCad

Fonte: AutoDesk, 2017

2.3.3. Melhoria Educacional

Cada inovação a respeito da tecnologia dos programas CADs acarreta em diminuição do custo de investimento para as licenças e também aumento do número de comandos disponíveis. Visto que Figueira (2002/2003) defende que os benefícios introduzidos por esses sistemas impactam na produtividade, qualidade dos projetos, acesso as informações da equipe projetista em tempo real e criação de banco de dados.

- Produtividade dos projetistas:

Foi visto aumento da produtividade devida a modelagem virtual, por melhorar a visualização de todos os componentes que fazem parte do produto e também o programa facilita qualquer modificação no projeto em pouco tempo e realizar teste após as mudanças, provoca aumento da taxa de produtividade.

- Qualidade dos projetos:

Como citado anteriormente ao utilizar um sistema CAD para desenvolver novos produtos reduz custo e diminui o risco de falha no produto final. Logo qualquer mudança realizada do software acarreta pouco custo, ou seja, não vai gerar aumento do investimento realizado pela a empresa.

Animações são elementos básicos de projeto e análise, [...] pois ajudam a explicar e demonstrar de formas que os desenhos em 2-D e modelos em 3-D sem movimento não conseguem. Empresas geralmente utilizam animações para analisar o funcionamento dos produtos e explorar outras alternativas e conceitos de projeto. Além disso comunicam com clareza as ideias de projeto com os clientes, para isso pode-se por exemplo rotacionar ou transladar componentes de um mecanismo como

uma maneira efetiva de estudar as relações de movimento entre eles. (Madsen, 2012)

- Comunicação:

Como qualquer mudança no projeto será modificada instantaneamente para a equipe projetista, acarreta aumento na taxa de informação transmitida para todos os membros e também esse tipo de software atualiza automaticamente as documentações exigidas pela organização.

- Base de dados:

Ao modelar qualquer produto o próprio software cria um histórico de ferramentas utilizadas, por exemplo, ao utilizar no SolidWorks o comando ressaltar base/extrudado é listado no canto lateral esquerdo, logo cria-se um banco de dados que pode ser utilizada para a manufatura.

Reutilização é uma das vantagens mais importantes do CADD. Com o CADD nunca é necessário desenhar nada mais de uma vez. Ao desenvolver uma biblioteca de símbolos no CADD, consegue-se futuramente melhorar a capacidade de reutilização de conteúdo. A construção de uma biblioteca de peças para reutilização aumentou a produtividade, reduziu os custos de desenvolvimento, definiu os padrões mais elevados de qualidade durante os testes e documentação do grupo de medições. (Madsen, 2012)

2.4. PROTOTIPAGEM RÁPIDA

“O termo prototipagem rápida refere-se normalmente aos métodos de produção de protótipos por sistemas aditivos.” (BUSWELL et al., 2007) Lembrando que o termo prototipagem rápida é relativo, devido a algumas impressões durarem mais de uma hora. O tempo gasto é relativo ao tamanho da peça a ser impressa e também à sua complexidade.

A manufatura aditiva é definida como:

“O processo de junção de materiais para produzir objetos a partir de dados 3D, usualmente através do empilhamento de camadas, como oposição às metodologias de extração de materiais de bloco. São seus sinônimos: Fabricação aditiva, Processos Aditivos, Técnicas Aditivas, manufatura por adição de camadas, Manufatura de camadas ou Fabricação de forma livre.” (ASTM)

Após a modelagem em um software CAD. Para ocorrer a impressão 3D o programa de modelagem virtual divide o desenho em várias frações, utilizando a linha horizontal como

referência. A qualidade de impressão também está ligada com a rugosidade superficial da peça, essa variável é definida tanto pela quantidade de fatiamentos realizados pelo programa, quanto pelo passo estabelecido na impressora 3D.

Com a Manufatura Aditiva, a máquina lê os dados do desenho CAD e então deposita sucessivas camadas de matéria, podendo ser líquido, pós ou folhas de material, até obter uma réplica do objeto 3D pelo empilhamento destas camadas. Estas camadas são unidas ou fundidas para conclusão da forma final. (S W Campos, 2012)

Cada impressora trabalha munida de um tipo de linguagem. Cada empresa desenvolvedora da máquina utiliza uma linguagem. Portanto, ao salvar o arquivo nos programas CADs deve ser feito no formato da impressora utilizada. Por exemplo, salvar o desenho virtual em arquivo SLA devido a linguagem usada na máquina de impressão.

O processo de desenvolvimento do produto – PDP “é um processo nos quais requisitos, sejam eles requisitos legais, de desempenho, de uso, definidos pelo mercado, e etc., são transformados em desenhos e procedimentos capazes de viabilizar a construção do produto.” (NAVEIRO, 2008)

Com o avanço das tecnologias computacionais ocorreu uma evolução no PDP. Logo:

O desenvolvimento virtual de produtos é um conceito que defende a utilização de softwares para auxiliar o desenvolvimento dos produtos. Esse conceito é consequência da necessidade de ferramentas para auxiliar as atividades do processo de desenvolvimento de produtos. (KRASTEL; MERKET, 2004)

2.4.1. Impressão 3D

As máquinas de prototipagem rápida são conhecidas como impressora 3D, criada para facilitar a concepção de novos produtos. Só a pouco tempo as máquinas de impressão 3D saíram das faculdade e indústria de grande porte.

Para realizar uma impressão em 3D, há necessidade de um modelo tridimensional digital. Pode ser desenhado em qualquer programa CAD ou até mesmo utilizar os scanners 3D. Ao ter o modelo pronto, ele é dividido e transformado em coordenadas, utiliza-se os vetores para realizar essa operação, e é necessário converter formato de arquivo do software CAD para uma linguagem específica da impressora que vai ser utilizada. Todas as máquinas de impressão se utilizam da operação de divisão com o intuito de transformar o modelo em várias camadas. Os formatos que são usados hoje são:

Quadro 1 - Tecnologias de Impressão

FORMATO	CARACTERÍSTICAS
Stereolithography (SLA)	As peças produzidas são resistentes, com bom acabamento superficial e pode ser utilizado para moldes de injeção. As limitações encontradas são alto custo de aquisição, necessário piso especial e como a impressora utiliza-se de raios lasers a matéria prima em contato com raios UV realiza cura, ou seja, material tem de ser guardado fora do alcance da radiação solar.
Fused Deposition Modelling (FDM)	A maior vantagem é poder utilizar qualquer material como insumo por usar o processo de extrusão, adaptação necessária é mudar a temperatura do cabeçote por haver obrigação de derreter o material.
Ink Jet Printing (IJP)	Essa máquina tem um diferencial em dois aspectos que são velocidade e precisão durante o processo de impressão.
Selective Layer Sintering (SLS)	Os problemas em trabalhar com essa tecnologia são: variação alta dos picos e vales do acabamento superficial, matéria prima cara, é necessário adaptar o piso e as peças de reposição tem alto custo. Uma vantagem é poder imprimir material de forma composta, ou seja, utiliza-se de dois tipos de material de insumo ao mesmo tempo.
Thre Dimensional Printing (3DP)	A grande ideia foi usar tinta durante a impressão para diminuir o tempo gasto na entrega do produto final, ao comparar com outras máquinas, por essa inovação acarretou dois problemas resistência final do produto baixa e também alta índice de rugosidade, portanto houve a necessidade de criar outro processo que foi vernizar o produto acabado.
Laser Engineered Net Shaping (LENS)	Essa impressora utiliza-se de dois feixes direcionados para um ponto específico, um é jato de pó metálico e outro laser, quando ocorre a interseção dos dois jatos o pó fundi instantaneamente com a plataforma, esse processo é repetido n vezes até construir toda a peça.
Electron Beam Melting (EBM)	Normalmente as impressoras de metais utiliza-se do processo de derretimento a partir do feixe de elétrons (EBM). Comparando com o processo da impressora SLS a única diferença é que a impressão deve ocorrer na presença do vácuo.
Laminated Object Manufacturing (LOM)	“Impressoras LOM não utilizam uma cabeça de impressão na construção das camadas, convertem finas lâminas de um material, que pode ser plástico, papel ou metal, em objetos tridimensionais sólidos.” (LIPSON e KURMAN, 2013)

Fonte: Autoria Própria, 2017

2.5. EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

Para aumentar o índice do desenvolvimento pessoal e profissional duas variáveis a serem analisadas são: a qualidade e esforço com a educação. Dentro desse universo a internet revolucionou o acesso das informações.

Velocidade da geração de conteúdo, a disseminação crescente de materiais nos canais de comunicação e o acesso rápido às informações estão modificando o conceito de espaço-tempo de alguns setores da sociedade, principalmente aqueles que utilizam os recursos tecnológicos como meio de produção e disseminação de informação, o que é uma realidade na grande maioria dos setores, especialmente do ensino superior. (GENGNAGEL, 2012)

Analisar a utilização dos meios tecnológicos no meio acadêmico, [...] seu desempenho e eficácia no cotidiano, implica não somente em explorar as características técnicas dos meios, mas buscar entender as condições sociais, culturais e educativas dos contextos que estamos inseridos. (OLIVEIRA & MERCADO, 2013)

Os cursos de engenharia foram desenvolvidos com a Revolução Industrial pela necessidade de conforto do trabalhador. Sendo também a carência de aumentar a produtividade e diminuir lead time, ou seja, reduzir o tempo do começo do processo até a disponibilidade de entrega para o consumidor final. Portanto “novas técnicas de controle foram implantadas, despontando-se também vários cursos especializados na formação de mão de obra para atender as indústrias e a população.” (CARVALHO et al. 2001) “A Engenharia é uma das ciências mais influenciadas pela velocidade, visto que é a ciência do agora, do hoje, do momento e as necessidades são emergenciais e devem ser geridas em espaços de tempo cada vez menores.” (CARVALHO et al. 2001)

Barbosa e Moura (2014) compreenderam que, a discussão no que diz respeito a educação em engenharia foca-se nos componentes curriculares, sendo que o mais importante é o crescimento contínuo no processo de aprendizagem.

2.5.1. Estilos de Aprendizagem

Normalmente cada pessoa desenvolve umas habilidades e nas demais o conhecimento é superficial. Isso ocorre devido existirem vários estilos de aprendizagem. Para Kolb (1981) o estilo predominante na área de engenharia é do tipo convergente. A característica é colocar em prática as ideias e são levados a serem técnicos específicos. “Os estilos de aprendizagem variam conforme o indivíduo, devido às características e preferências

que interferem na maneira de se apropriar das informações, processá-las e construir novos conhecimentos.” (CURY, 2000)

“Quando a aprendizagem se dá a partir da perspectiva de aprendizado do aluno, é oferecida a possibilidade para superar dificuldades e se permite melhor aquisição de conhecimentos.” (KOLB, 1981) O processo de construção do conhecimento está vinculado com as habilidades já desenvolvidas pelo aluno, ou seja, todas as experiências vividas por cada pessoa modificam a forma que ocorre a operação de aprendizagem. Segundo Felder e Silverman (1988), a agregação do conhecimento ocorre por meio da percepção e de como aluno processa a informação.

Segundo Holland (1985) escolha profissional está vinculada com as variáveis personalidade e preferência de cada pessoa, ou seja, as experiências vividas anteriormente modifica a forma da tomada de decisões.

2.5.2. Métodos de Ensino

Para os autores Anderson e Dron (2011) demonstram três gerações de tendências pedagógicas:

- **Cognitivo-behaviorista:** O objetivo de aprendizagem é bem definido, ou seja, todas as demais várias são menosprezadas, por exemplo, alunos e professores são desprezados;
- **Socioconstrutivista:** Foca nas interações entre as pessoas, o professor tem como finalidade criar um clima para gerar interação com os alunos;
- **Conectivista:** Esse método foca que todos os participantes das aulas são importantes, ou seja, o professor não é único provedor dos conteúdos. Ocorre por utiliza-se das conexões de rede para dar base de conhecimento aos alunos.

Os métodos ditos tradicionais de ensino têm se perpetuado, e ainda se observa muita resistência por parte de gestores e educadores na aplicação de outras metodologias que sejam capazes de retirar o protagonismo nos processos de ensino/aprendizagem da figura do professor, assumido como detentor e transmissor do conhecimento, e colocá-lo sobre a figura do aluno, que passa de um receptor passivo a um agente ativo de seu processo de aprendizagem. (ESTEVÃO et al, 2015)

Hoje existe uma proposta de modificar o ensino onde coloca os alunos como parte importante no processo, essa metodologia é chamada de métodos ativos

de ensino. Essa proposta tem como fundamento “atitude ativa da inteligência, em contraposição à atitude passiva geralmente associada aos métodos tradicionais de ensino. (Barbosa e Moura, 2014)

A informação, por mais ampla que possa ser, é sempre incompleta, sendo algo que se transmite, enquanto que o conhecimento é algo que se constrói. Assim, o professor atuaria como o mediador, que organiza e transmite a informação, enquanto o aluno assimila e transforma a informação em conhecimento. (BULGRAEN, 2010)

Por meio dessa metodologia de ensino “cabe ao professor compreender que a experiência que se tenta transmitir é fortemente influenciada por fatores como as emoções, pressões, saúde física e mental dos alunos, e o ambiente criado em sala de aula pelo professor, e coordenar esses elementos de modo a permitir o desenvolvimento mental dos alunos” (ROSSO & TAGLIEBER, 1992). Para Silva (2006) a maioria dos cursos de engenharia ainda se utiliza do modelo tradicional de educação.

Há uma necessidade que o docente analise cada aluno, com a finalidade de molda-se ao estilo de aprendizagem de cada pessoa e, a partir disto, impactar cada vez mais na criação de conhecimento. Hoje sabe-se que a melhor forma para criar um ambiente que favoreça a aprendizagem é utilizar de todos os estilos de aprendizagem de forma equilibrada. “O professor não deve apenas propor aulas diferentes, mas deve contextualizá-las incluindo-as em um plano de curso mais dinâmico e completo, inserindo base coerente e de forma clara e progressiva.” (RODRIGUES et al., 2011) “Uma estratégia que visa melhorar o ensino-aprendizagem é o incentivo à pesquisa na área do ensino de engenharia, de modo que novas práticas sejam experimentadas, objetivando suprir lacunas metodológicas.” (PINTO e OLIVEIRA, 2012) “Ao adotar uma estratégia de ensino, alguns critérios devem ser considerados, como adequação aos objetivos estabelecidos para ensino e aprendizagem, a natureza do conteúdo a ser ensinado e o tipo de aprendizagem, as características dos alunos, e as condições físicas e tempo disponível.” (OLISKOVICZ e PIVA, 2014)

A classificação dos métodos de ensino segundo Carvalho (1973) são:

- Métodos Socializantes: Objetivo desse método é o trabalho em grupo, ou seja, o foco é interações que agregam os de alunos
- Métodos Individualizantes: O primeiro passo é estudar o grau de maturidade dos alunos para então equilibrar o conteúdo ministrado. Utiliza-se, por exemplo, aulas expositivas.

- Métodos Sócio Individualizantes: Esse método é interação entre os dois anteriormente citados, ou seja, ocorre uma adaptação em tempo real de acordo com a necessidade de aprendizagem do aluno.

2.5.3. Utilização de software CAD

Para Venkatalakshmi (2016) as ferramentas de simulação dos sistemas computacionais facilitam a análise dos resultados obtidos pelos os alunos. Os softwares normalmente são criados para ter uma interface amigável, divulgar os resultados obtidos de fácil compreensão e etc. Por possuírem essas características, esses programas facilitam a construção do conhecimento.

Segundo Dominicini; Coelho (2014) a maior mudança ocorrida na forma como o conhecimento é introduzido nos alunos foi a facilidade de acesso a computadores e internet. Com isso, o acesso a informação chegou a um patamar nunca visto anteriormente. Logo acarretou que o conhecimento prévio conectado ao avanço tecnológico criou ambiente muito favorável à geração do conhecimento. Para Lagos (2000) novas tecnologias criadas no setor de mídias, realidade aumentada, propícia probabilidade do interesse do aluno.

O emprego dessas ferramentas gráficas faz com que os alunos de graduação se sintam mais motivados para estudar os assuntos discutidos em sala de aula, o que torna o aprendizado mais dinâmico, interativo e eficiente, visto que estes passam a visualizar e compreender com mais clareza o comportamento de sistemas estruturais de engenharia, como também os fenômenos físicos envolvidos. (SILVA, 2005)

Para Medina (2011) aprendizagem na área de engenharia de software CAD é considerado de suma importância para desenvolvimento da profissão. Pode-se considerar que alguns destes alunos possivelmente vão utilizar da lógica ou até mesmo do programa em uma determinada época da carreira profissional.

Jaques (2001) defende que a utilização de programas gráficos dá a base de conhecimento para aluno compreender como funciona a realidade virtual e como opera-la para criação de conhecimento. Para Barreto (1999) ao utiliza-se de softwares educacionais dá-se oportunidade ao aluno de abrangem maior conhecimento e também criar um clima de aprendizagem continua. Na opinião de Valente (1999), considera-se um software educacional qualquer programa que possa ser utilizado como ferramenta de ensino.

As vantagens no uso do software como recurso educativo são várias. Dependendo do tipo de material escolhido, pode ser usado tanto para abordar conteúdo a partir de situações difíceis de serem vivenciadas, como no caso dos simuladores, como servir de instrumento na função de tutoriais que apresentem informações com facilidades de acesso imediato e que podem, assim, serem observadas a qualquer momento, bem como na Internet, entretanto de forma mais prática, já que não depende da disponibilidade da rede. (Barros, 2010)

Ao utilizar softwares como forma para criar conhecimento, facilita-se ao aluno identificar e analisar erros, ou seja, aumenta o índice de probabilidade de encontrar erros em projetos ou tarefas. Contudo, o tempo disponível em sala de aula é escasso para dar ao aluno a fundamentação e prática necessárias. Portanto cabe ao aluno ampliar o conhecimento adquirido, sem o auxílio do professor.

Programas computacionais nos cursos de engenharia tornaram-se importantes por influenciar e criar oportunidades tanto acadêmicas como profissionais. Quando alunos utilizam de softwares, há uma melhoria na capacidade lógica, facilitando a criação de conhecimento. No caso dos impactos nas variáveis profissionais estão na possibilidade que estes programas são utilizados no dia a dia e podem agregar como diferencial para o crescimento profissional.

3. METODOLOGIA

O terceiro capítulo tratar-se da metodologia utilizada para a criação de uma aula sobre *software* de modelagem. O fluxograma abaixo demonstrará os passos da atividade desenvolvida.

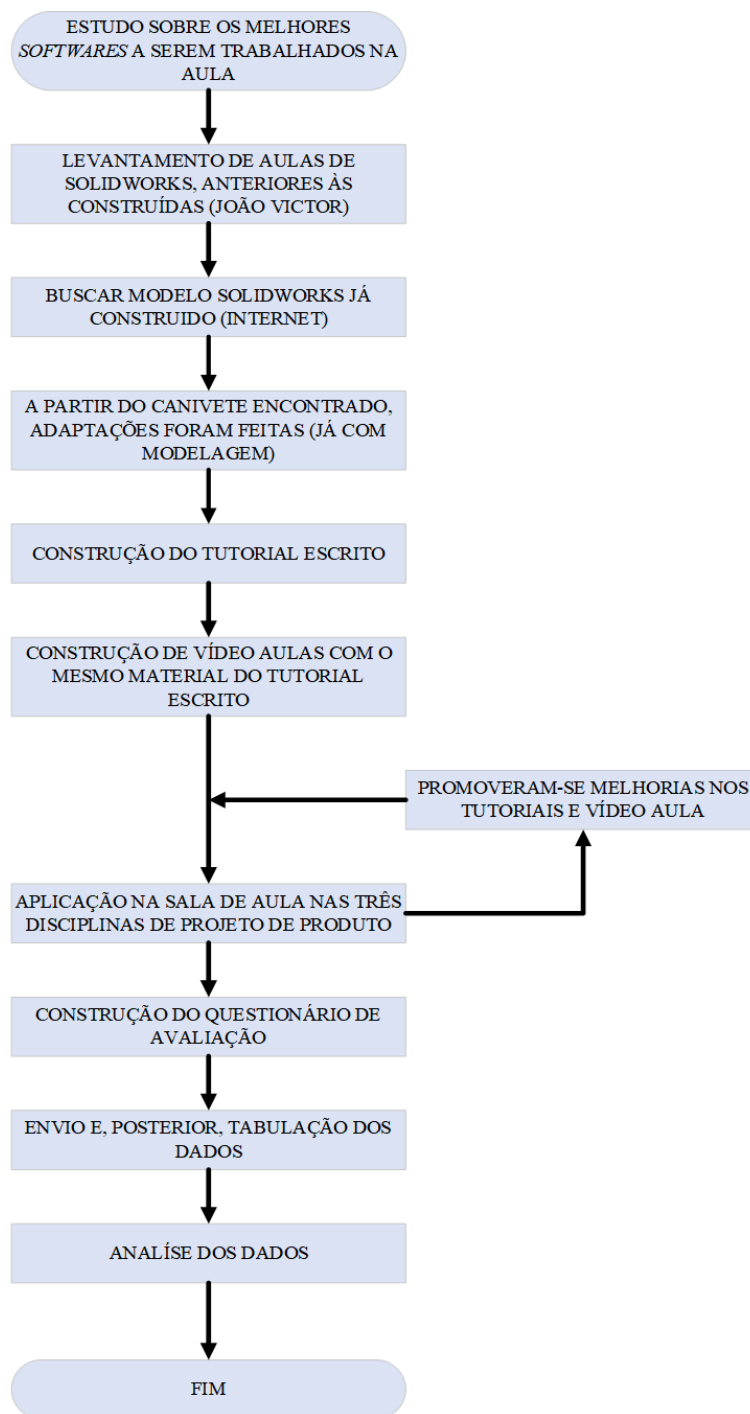


Figura 40 - Fluxograma da Atividade
Fonte: Autoria Própria, 2017

O corpo da disciplina de projeto do produto foi dividido em três etapas que são: pesquisa de mercado - projeto conceitual, projeto básico e projeto detalhado. A criação da aula sobre o software CAD ficou a cargo dos monitores da disciplina, onde foi preestabelecido que a aula seria ministrada entre o projeto básico e projeto detalhado com o intuito de oferecer tempo para que os alunos praticassem e tirassem dúvidas do programa utilizado, para posteriormente iniciar o processo de modelar os protótipos virtuais.

Anterior ao trabalho de conclusão de curso, realizou-se uma monitoria, em conjunto com aluna Jéssica Bezerril, com estudo sobre os melhores *softwares* a serem trabalhados na aula.

Em seguida foi realizado análise dos comandos utilizados pelo antigo monitor, João Victor, e também replicação da aula anterior.

Próxima etapa, houve a necessidade de encontrar um modelo SolidWorks já construída via internet. Foram encontrados vários modelos, porém optou pelo canivete suíço.

A partir do canivete encontrado, adaptações foram feitas (já com modelagem) com o objetivo de incorporar um conjunto básico de comandos, levando em conta restrições de tempo.

Criação do tutorial escrito em PDF que foi disponibilizado no ambiente virtual da disciplina.

Próximo passo, sucedeu a construção de vídeo aulas objetivava-se otimizar o tempo, já muito curto, evitando realizar o comando e ainda acompanhar os alunos ao mesmo tempo.

Após as etapas anteriores houve a aplicação na sala de aula nas três disciplinas de projeto de produto, sendo que os grupos permaneceram os mesmos do Projeto e foram divididas atribuições aos monitores. Consequentemente viu-se que o tempo disponível para aula, três horas, era pouco, ou seja, havia a necessidade de realizar modificações para adequação do modelo ao tempo disponível. Aproveitando dessa realidade, verificou-se a oportunidade de aumentar os comandos utilizados.

Para analisar os impactos ocasionados pela aula ministrada, utilizou-se do método de pesquisa quantitativa (survey). Esse tipo de pesquisa obtém dados a partir de opiniões de um determinado público-alvo, por meio de questionários. Esse método de pesquisa limitou-se a analisar um determinado grupo de pessoas. O grupo é composto por cinquenta alunos que cursaram a disciplina de projeto de produto nos períodos 2015.2, 2016.1 e 2017.2. O

questionário foi criado no *Google Forms* e o tempo de coleta dos dados foram dos dias 06 a 19 de outubro de 2017. A finalidade da pesquisa era estudar o nível de aprendizagem do aluno, a qualidade dos computadores, tempo destinado a aula de SolidWorks e se aula teve algum impacto positivo aos alunos.

Abaixo será descrito o passo a passo da atividade sendo dividido em escolha do produto e o canivete suíço.

3.1. Escolha do Produto

A primeira etapa foi análise do tutorial montado pelo antigo monitor da disciplina. Foi desenvolvida uma modelagem virtual de um liquidificador. Essa fase teve como finalidade encontrar pontos de melhora, principalmente em diminuir o tempo necessário para apresentação e aumentar os comandos utilizados. Nesse tutorial escrito anteriormente, viu-se que não tinha muita variação de ferramentas e sim várias repetições das mesmas ferramentas.

Por meio dessa análise foi proposta ao professor uma mudança no produto modelado. Depois de várias pesquisas em sites de vídeos na internet, encontrou-se uma modelagem de um canivete. Por ter muitas peças para a montagem e agregava uma variedade de ferramentas para a construção de cada peça. Além disso também realiza montagem ao utilizar todas as peças já modeladas. Logo, elegeu-se o canivete suíço como produto de modelagem da disciplina composto por três ferramentas: uma faca, um saca-rolha e uma chave Philips. Foi necessário construir cada peça do canivete com os comandos básicos essenciais, criando um método eficaz para o aprendizado do aluno.

Quadro 2 - Comandos Utilizados (Canivete)

Comandos	Estrutura					Ferramentas		
	Divisória 1	Divisória 2	Sustentação	Parte Superior	Parte Inferior	Saca Rolha	Faca	Chave Philips
Ressalto/base Extrusão	x	x	x	x	x	x	x	x
Corte extrudado	-	-	-	x	x	x	x	x
Domo	-	-	-	x	x	-	-	-
Casca	-	-	-	x	x	-	-	-
Filete	x	x	-	-	-	x	x	x
Chanfro	-	-	-	-	-	x	x	x
Hélice	-	-	-	-	-	-	-	-
Ressalto/base varrido	-	-	-	-	-	x	-	-
Loft	-	-	-	-	-	x	-	-
Ressalto/base revolução	-	-	-	-	-	-	-	x
Corte por varredura	-	-	-	-	-	-	-	x
Padrão circular	-	-	-	-	-	-	-	x
Legenda	-	Não Possui						
	x	Possui						

Fonte: Autoria Própria, 2017

Com isso foi aprovada a mudanças no produto modelado, visto que aumentou os comandos e ferramentais utilizados.

3.2. Canivete Suíço (Modelagem 3D)

A escolha do produto foi realizada visando a maior quantidade de comandos, os mais utilizados e qual um produto que qualquer pessoa tem facilidade de ter visto ou manipulado, então foi escolhido o canivete suíço. O canivete suíço foi dividido em partes. Uma delas é a estrutura composta de divisória um e dois, sustentação, parte superior e inferior; e ferramentas, que inclui saca rolha, faca e chave *Philips*. Todas essas etapas foram descritas com mais detalhes e figuras no tutorial do canivete suíço. Na tabela abaixo vemos o resumo de comandos utilizados e também as figuras de cada peça do canivete.

Primeiro começou-se com a parte superior da peça (ver figura base superior), as etapas da modelagem são o esboço da peça, uma extrusão. Foram feitas linhas de construção para definir onde seriam feitos os furos para a base da sustentação, corte extrudado, domo na parte superior da peça e a casca. Foram feitas as mesmas etapas para desenvolver a peça inferior.

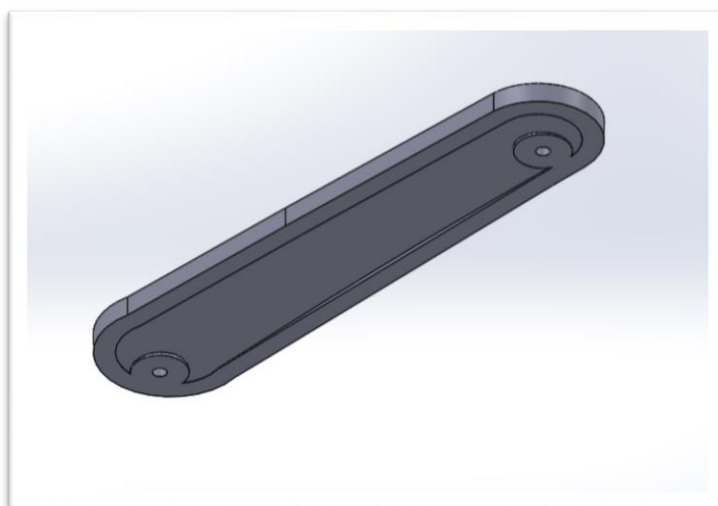


Figura 41 - Peça Superior

Fonte: Autoria Própria, 2017

Próxima etapa foi desenvolver a Divisória 1 as etapas utilizadas criação do esboço, extrudado e filete (ver figura divisória 1).

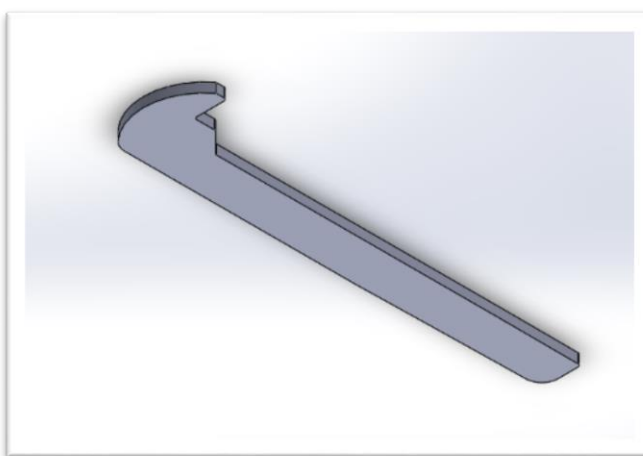


Figura 42 - Divisória 1

Fonte: Autoria Própria, 2017

Em seguida fazemos a divisória 2 (ver figura divisória 2) foi feito só o esboço e a extrusão, são as mesmas utilizadas pela a modelagem de sustentação (Ver figura sustentação).

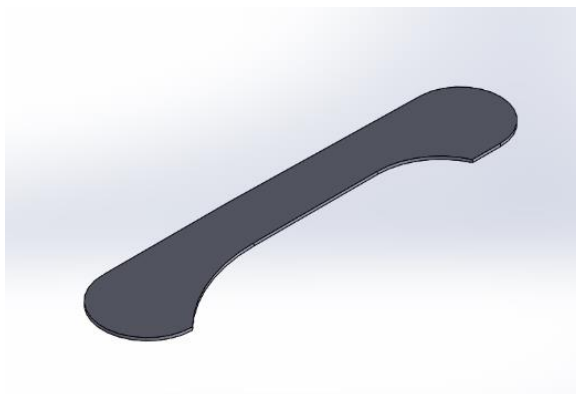


Figura 43 - Divisória 2

Fonte: Autoria Própria, 2017

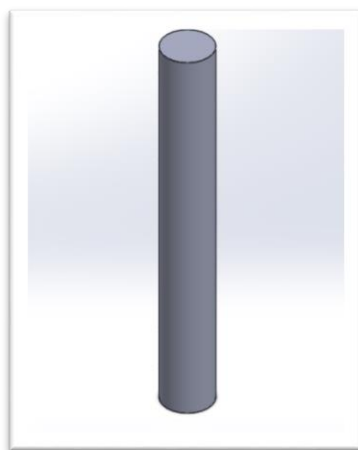


Figura 44 - Sustentação

Fonte: Autoria Própria, 2017

Finalizando a estrutura próxima etapa são as ferramentas, primeiro modelar a faca pela ordem esboço 1, extrusão 1, chanfro, esboço 2, extrusão 2, filetes, corte extrudado e chanfro. (ver figura faca)

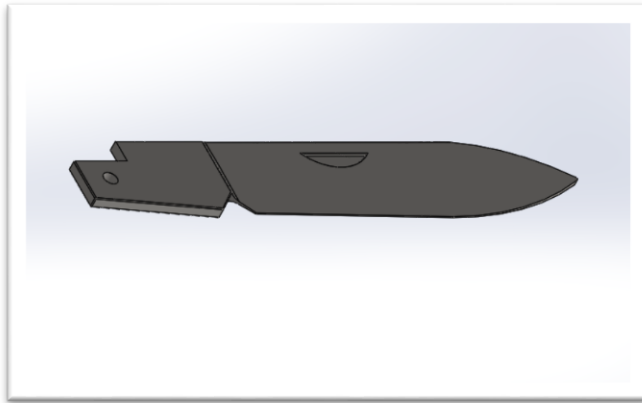


Figura 45 - Faca

Fonte: Autoria Própria, 2017

Próxima etapa é modelar o saca rolha usando os comandos esboço, hélice, ressalto/base varrido, corte extrudado, *loft*, chanfro e filete. (ver figura saca rolha)

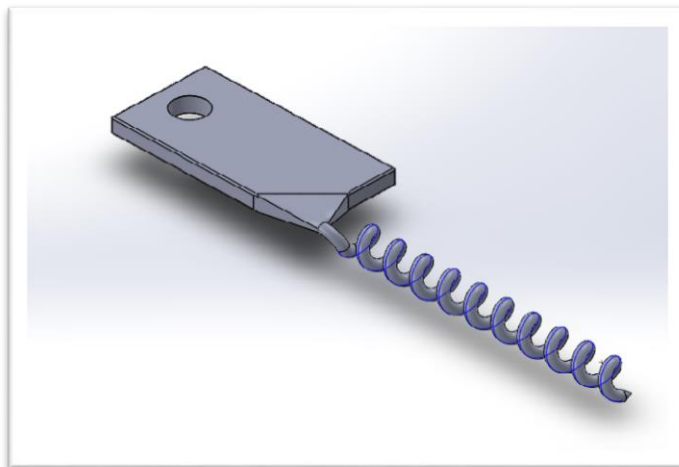


Figura 46 - Saca Rolha

Fonte: Autoria Própria, 2017

Última etapa é modelagem da ferramenta Chave *Philips* usando do esboço, revolução, corte por varredura, filete, padrão circular, ressalto/base extrudado, corte extrudado e chanfro. (ver figura Chave *Philips*)

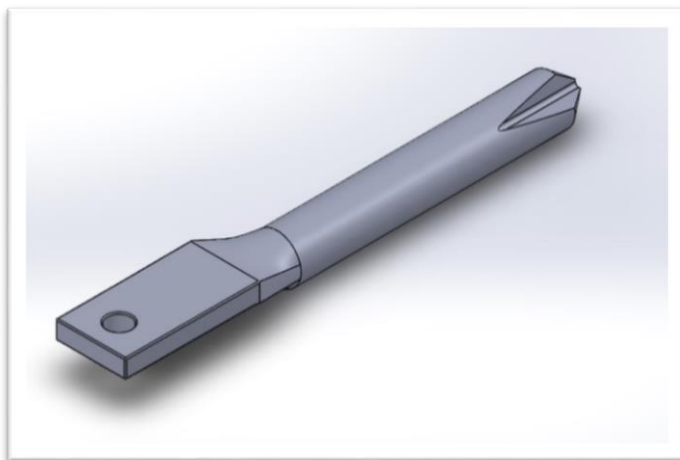


Figura 47 - Chave Philips

Fonte: Autoria Própria, 2017

Penúltima parte na modelagem é a montagem de todas as peças já criadas usando os posicionamentos para agrupar todas as peças. (Ver figura Canivete)

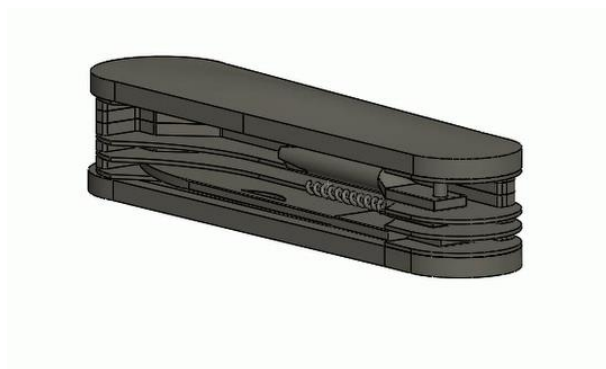


Figura 48 - Montagem

Fonte: Autoria Própria, 2017

Ao final da modelagem viu-se a necessidade de criar um passo a mais no aprendizado do software, ficou a cargo de utilizar qualquer ferramenta do estudo de movimento, foi escolhido motor linear por ser de fácil utilização (por necessita de poucos comandos e também para não haver a necessidade de ocorrer mudanças na montagem). Ver figura abaixo do comando de simulação:

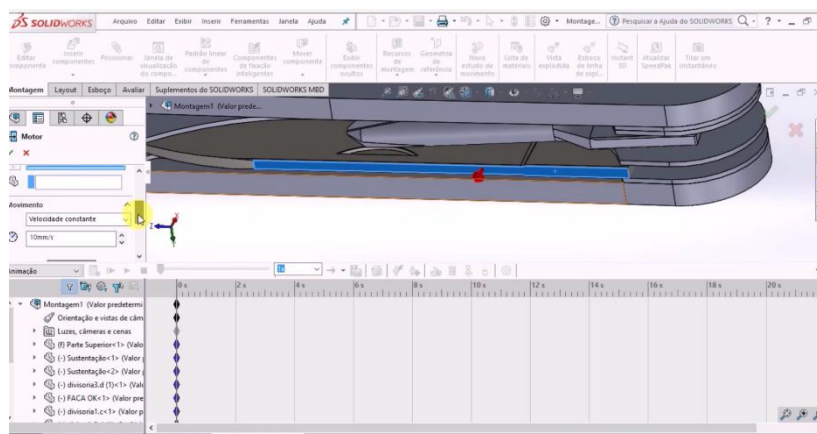


Figura 49 - Demonstração do comando motor linear

Fonte: Autoria Própria, 2017

A realizar a modelagem do mesmo por existir muitas peças e também para a montagem a sequência é muito importante, então houve a necessidade de criar formas para melhorar a aprendizagem a primeira ideia foi um tutorial escrito, por já ter sido usado anteriormente. Ao montar a aula e realizar uma simulação do tempo gasto, foi demonstrado que a modelagem ao vivo para os alunos encontrou alguns problemas que são: o tempo em que o aluno prestava atenção era alto, podia ocorrer erros dos alunos e também por quem ministrava a aula. Já que o tempo disponível era de apenas três horas, houve a necessidade de criar formas de diminuir a probabilidade de erro tanto do aluno como de quem estiver demonstrando, logo existiu uma necessidade de criar meios alternativos para diminuir tempo gasto na apresentação do canivete ocorreu a ideia de apresentação com vídeos, ou seja, criar um tutorial em vídeo que foi dividido por peças para facilitar a apresentação e também para aluno tiver dúvida em um comando ir direto para a peça que o utiliza, em seguida foi realizado uma outra simulação da aula essa alternativa mostrou um grande resultado na perda do tempo ocioso do aluno e também acarretou na facilidade de voltar o vídeo e demonstrar novamente o passo anteriormente realizado. Com a criação dos tutoriais escritos e em vídeos permitiram aos alunos um excelente proveito do material disponível e interação com o software além da sala de aula. Os materiais foram disponibilizados na internet num site de vídeos, permitindo o uso globalizado do material.

Como forma de aumentar o aprendizado foram utilizados dois métodos de desenhos, um utiliza-se desenhos em 2D dimensionado, ou seja, traçar uma linha já dimensionada. Enquanto o outro método emprega-se um desenho esdrúxulo, ou seja, como se fosse um desenho a mão livre e posteriormente, utiliza-se da ferramenta de dimensão inteligente para

cotar todo o desenho, além de alterar as dimensões e, por conseguinte obter o mesmo resultado do primeiro método. Cabe-se a quem estiver utilizando o *software* decidir qual método utilizar.

Com a primeira aula ministrada, viu-se a necessidade de realizar modificações no modelo do canivete suíço, essas mudanças tiveram como finalidade o aumento dos comandos utilizados e também diminuir o tempo gasto de apresentação, por só ter 3 horas, para ministrar uma aula que demonstra desde do *layout* da área de trabalho do software até utilização de motor linear para movimentação. Por essas modificações uma peça foi retirada, o saca rolha, e adicionada uma argola.

A primeira modificação foi na peça base superior para criar um furo utilizando o comando corte por varredura (ver figura base superior editado) com a finalidade de encaixar a argola posteriormente criada. Com essas mudanças teve a necessidade de fazer as gravações das peças.

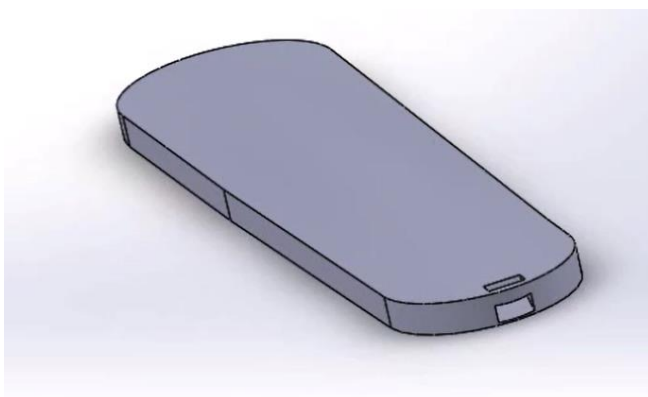


Figura 50 - Superior Editada

Fonte: Autoria Própria, 2017

A segunda modificação foi a criação da argola ao utilizar a ferramenta ressalto/base varrido para sua construção (Ver figura abaixo):



Figura 51 - Argola

Fonte: Aatoria Própria, 2017

Após as etapas anteriores houve a necessidade de alterar a vídeo aula da montagem, porém ainda usa o mesmo modo operante da primeira montagem, ou seja, coloca uma peça, depois a segunda e assim por diante somente utilizando o comando de posicionamento (ver figura abaixo):

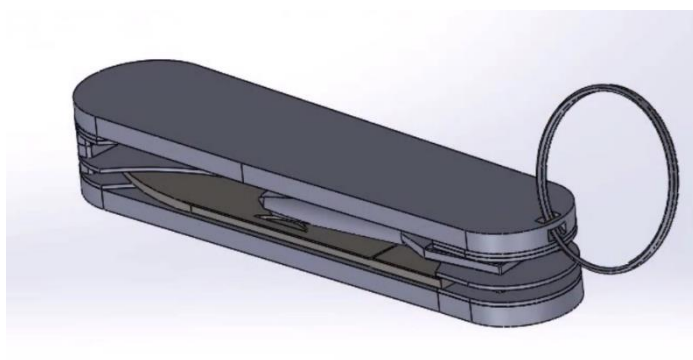


Figura 52 - Montagem Editada

Fonte: Aatoria Própria, 2017

4. RESULTADOS

Foi criado um questionário para medir a qualidade das aulas ministradas com o objetivo de estudar as variáveis citadas no capítulo anterior. Devido ao pouco tempo de coleta dos dados, só se obteve respostas de 24 alunos que cursaram a disciplina de Projeto de Produto nos períodos anteriormente citados. Alguns gráficos construídos pelo Google Forms® serão apresentados.

Você já fez uso de algum software de modelagem digital antes da disciplina de produto?

24 respostas

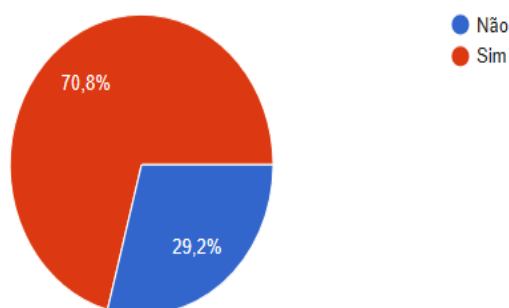


Figura 53 - Primeira Questão

Fonte: Autoria Própria, 2017

Por meio do questionário percebe-se que a maioria dos alunos já tiveram experiências com *software CADs*, mas destes, somente cinco alunos tiveram contato com o *SolidWorks*.

Como você aprendeu a usar estes softwares?

17 respostas

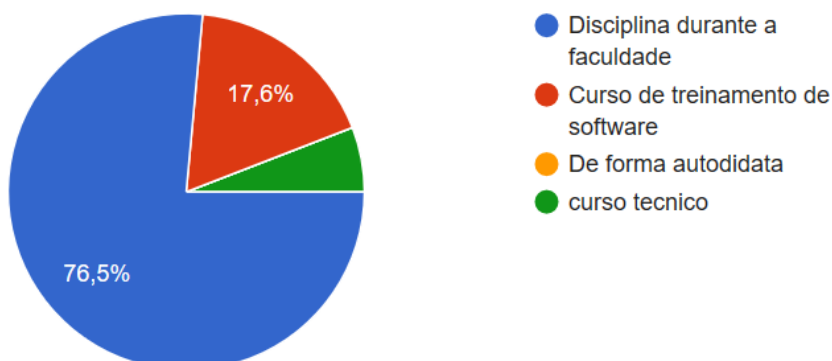


Figura 54 - Terceira Questão

Fonte: Autoria Própria, 2017

Sendo que 76,5 % dos alunos só tiveram contato com software CAD devido ao plano de curso, ou seja, demonstra um déficit de proatividade dos alunos perante ao avanço tecnológico e também uma necessidade de divulgação dos professores.

Há quanto tempo você utiliza software CAD?

7 respostas

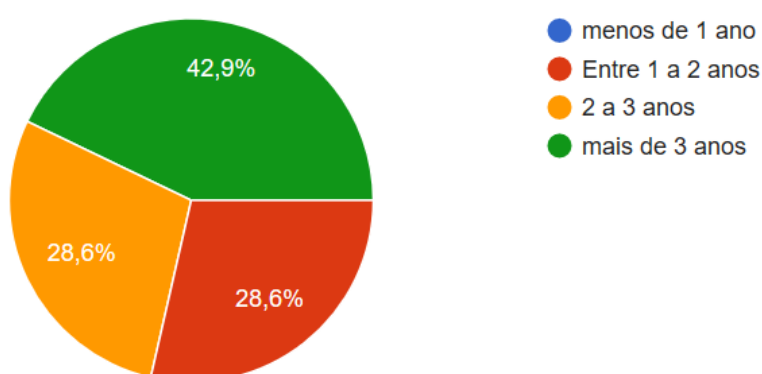


Figura 55 - Quinta Questão

Fonte: Autoria Própria, 2017

Com os resultados obtidos pode-se confirmar a importância da aula ministrada de SolidWorks, visto que a porcentagem dos alunos que defendem a utilização do programa e sete alunos que ainda utiliza o software usa a mais de um ano.

Você acha importante o ensino de algum CAD na disciplina de Projeto de Produto?

24 respostas

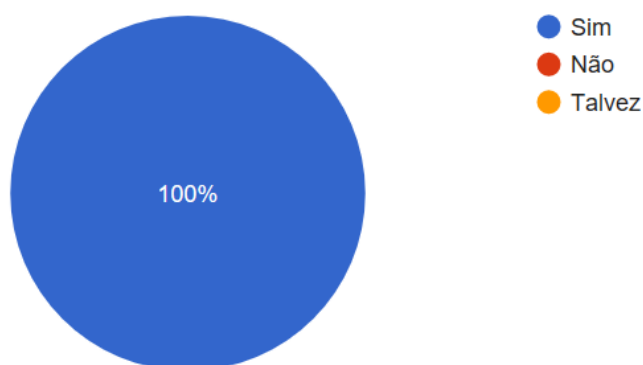


Figura 56 - Sexta Questão

Fonte: Autoria Própria, 2017

Todos os alunos defenderam a importância na disciplina ter o ensino de CAD. Demonstrando a necessidade da construção da aula sobre software de modelagem.

O conhecimento do software Solidworks

24 respostas

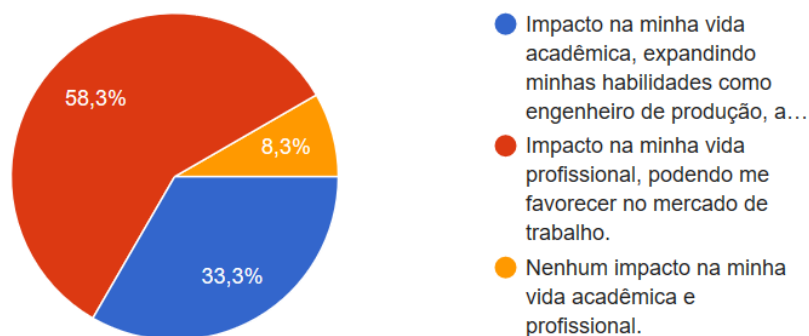


Figura 57 - Sétima Questão

Fonte: Autoria Própria, 2017

Ao verificar o impacto na vida acadêmica e profissional dos alunos, as aulas ministradas atingiram a proposta de modificar a realidade do aluno. Confirmado por cerca de 96% que defenderam que pode gerar oportunidades (ver figura 22). Sabe-se que curso preparatórios de utilização desse *software CADs* são relativamente caros, portanto é muito significativo os alunos em uma disciplina de projeto do produto ter experiência nesses tipos de programas.

Acredita que software CAD pode criar oportunidades tanto na carreira acadêmica e como profissional:

24 respostas

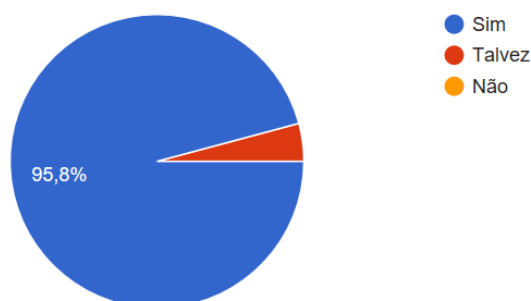


Figura 58 - Vigésima questão

Fonte: Autoria Própria, 2017

Em relação às aulas básicas de SolidWorks e tutorias disponibilizados, você se sentiu (sente) confiante para modelar o produto que você e seu grupo desenvolveu na disciplina utilizando o software Solidworks?

24 respostas

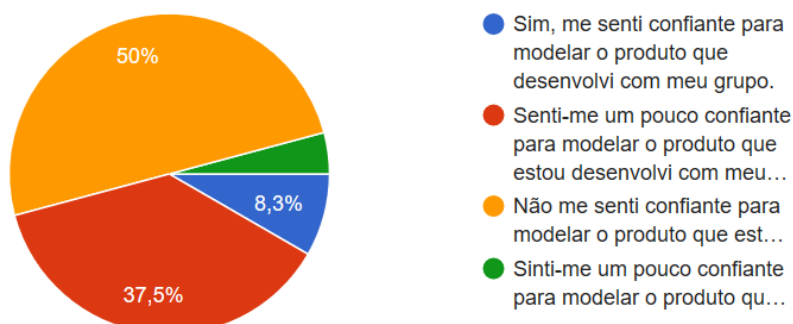


Figura 59 - Oitava Questão

Fonte: Autoria Própria, 2017

Com as respostas obtidas ficou claro que os alunos tiveram problemas em modelar seus produtos. Houve a necessidade de reanalisar todas as repostas em busca do real motivo dessa falta de confiança.

Sobre qualidade dos computadores utilizados estão:

24 respostas

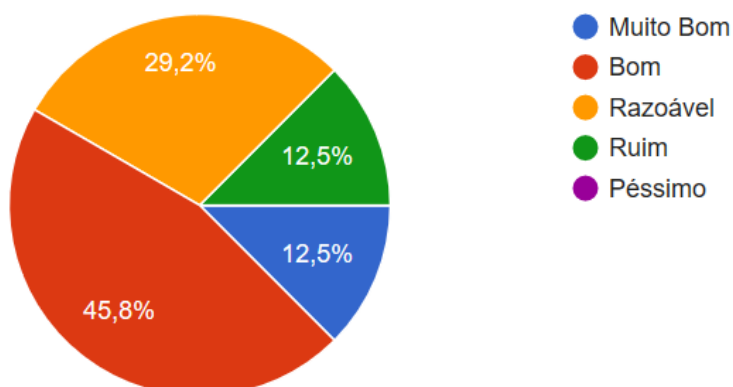


Figura 60 - Decima segunda questão

Fonte: Autoria Própria, 2017

Primeiro foi a qualidade dos computadores, como somente 13% das respostas defenderam que os computadores são ruins, demonstra que a variável da qualidade do computador não é uma variável que implica na diminuição da qualidade de aprendizagem.

A segunda etapa, foi análise da qualidade da aula sobre o SolidWorks. Logo:

Sobre as aulas ministradas sobre o software Solidworks eu:

24 respostas

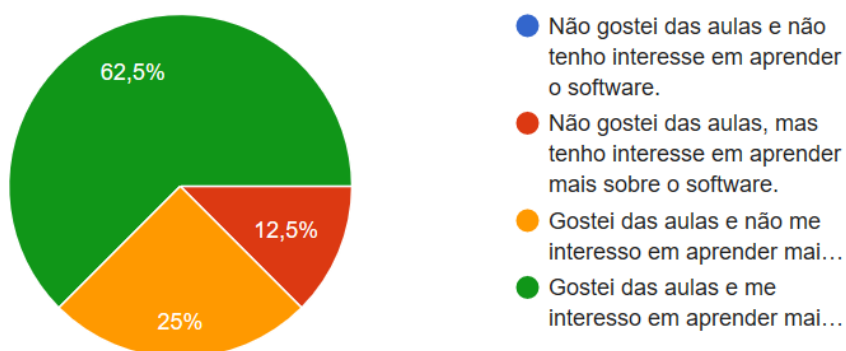


Figura 61 - Nona Questão

Fonte: Autoria Própria, 2017

O tempo gasto para produzir vídeos aulas demonstrou ter um impacto significativo, visto que 75% dos alunos gostaram das aulas ministradas e os monitores transmitiram confiança aos alunos (ver figura abaixo);

Os monitores transmitiram confiança e domínio sobre o Solidworks

24 respostas

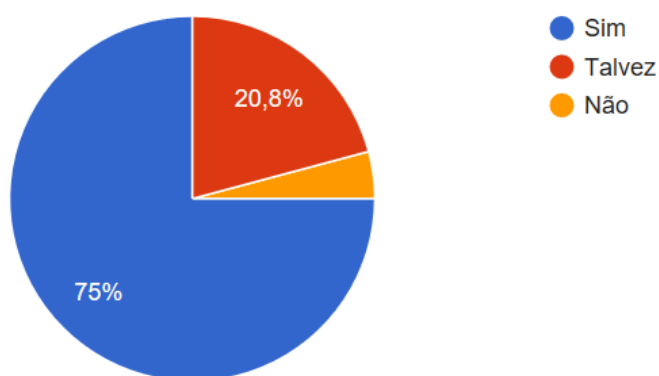


Figura 62 - Decima oitava questão

Fonte: Autoria Própria, 2017

Sobre os comandos ensinados nas aulas:

24 respostas

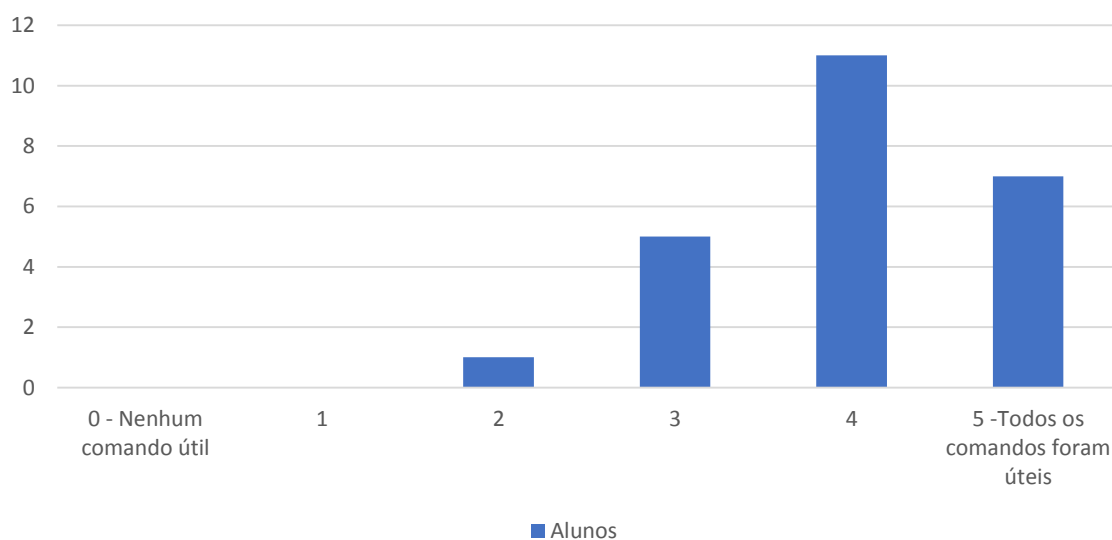


Figura 63 – Decima nona questão

Fonte: Autoria Própria, 2017

Os comandos demonstrados atenderam as expectativas, demonstrando que o estudo realizado durante a pesquisa de um novo produto para modelagem foi eficiente para atingir um bom nível de aprendizagem.

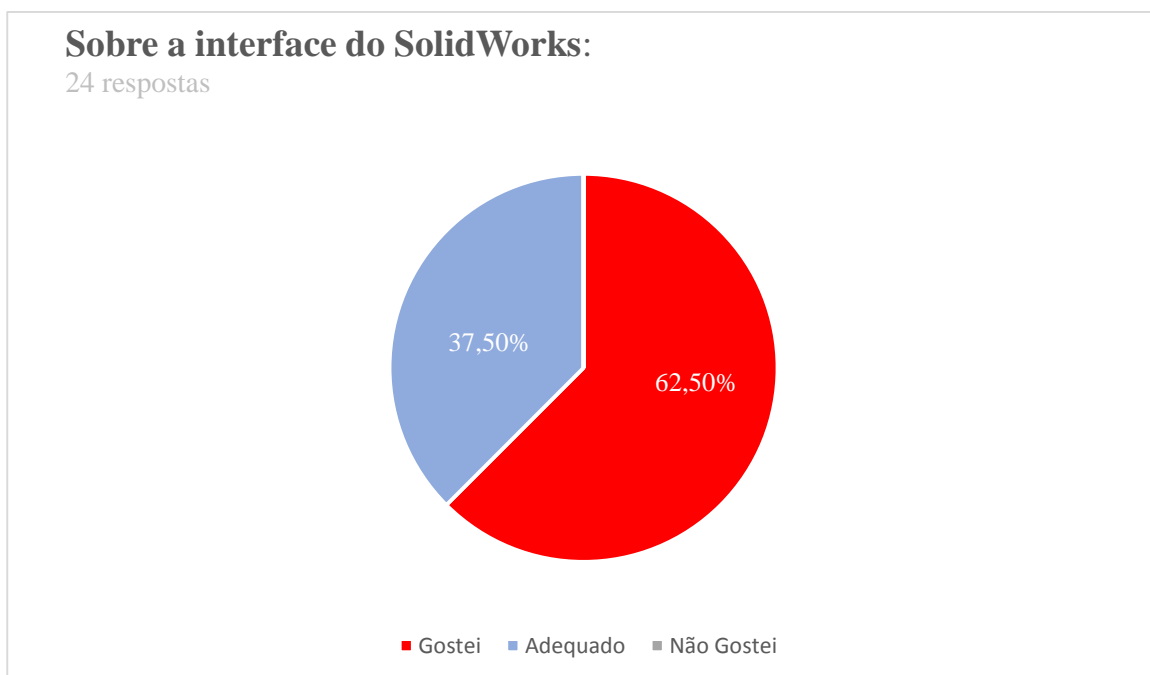


Figura 64 - Decima terceira questão

Fonte: Autoria Própria, 2017

Como nenhuma resposta foi negativa perante a interface do programa, logo podemos afirmar que a mesma é amigável, ou seja, facilita-se o ensino.

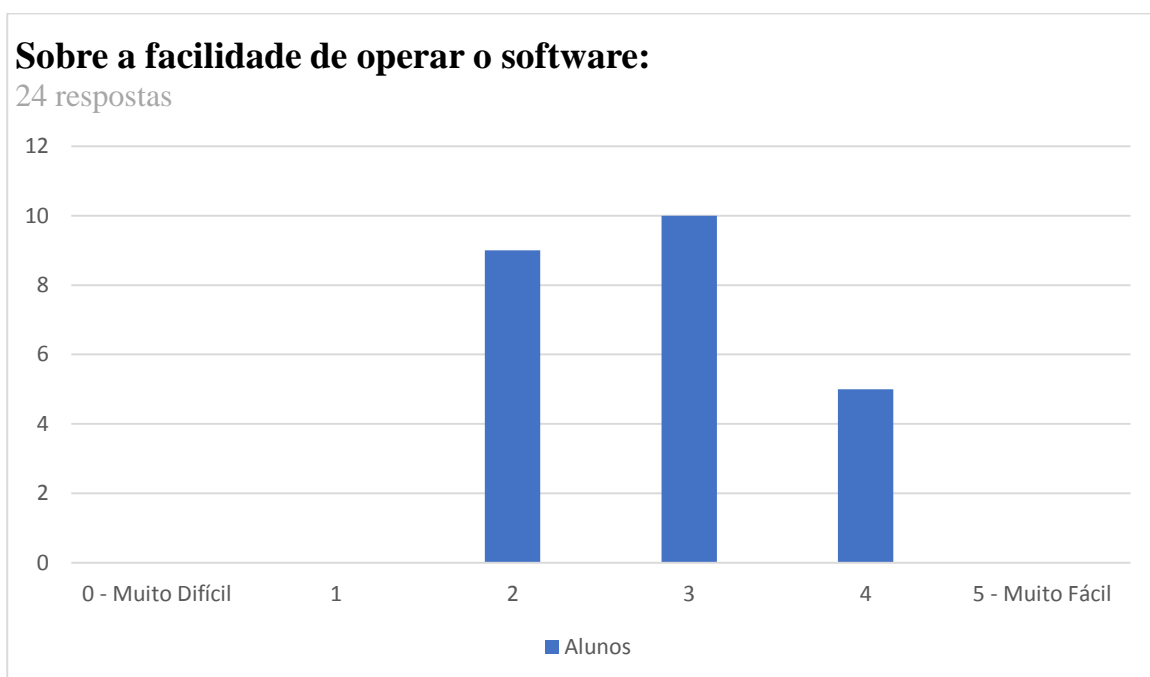


Figura 65 - Decima quinta questão

Fonte: Autoria Própria, 2017

Todo a metodologia utilizada para aumentar o índice da qualidade do ensino, ao analisar o trabalho feito anteriormente, pesquisa de um novo produto, mais comandos usados

e tutorias realizados provocou alto índice de recomendação do software para outros alunos, vontade de continuar a usar o SolidWorks e também grande parte dos alunos sentiu-se estimulado.

Sobre o tempo disponível para o aprendizado do Solidworks na disciplina de Projeto de Produto:

24 respostas

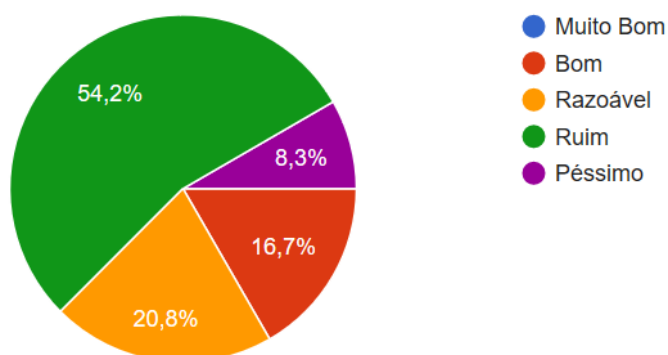


Figura 66 - Decima Questão

Fonte: Autoria Própria, 2017

Através das respostas foi possível identificar que uma considerável quantidade de alunos não possui confiança ao modelar, tendo em vista que, ao analisar todos os dados, pode-se especificar que esse problema foi ocasionado por intermédio da disponibilidade de tempo. Essa correlação pode ser provada ao avaliar que variável tempo foi o fator preponderante, impactando negativamente em todo o projeto de aprendizagem. Ao verificar as sugestões de melhorias a maioria aborda a variável (ver figura abaixo).

Sugestões para melhoria das aulas de Solidworks:

12 respostas

Ministrar minicursos fora do tempo de aula
Aulas extras fora do horário da aula, com ao menos a maioria dos alunos da turma presentes.
mais tempo
Seria interessante uma carga horária um pouco maior para prática deste software.
Mais exemplos e tempo
Mais tempo durante as aulas para aprender o software.
Fazes mais atividades práticas e dar mais tempo para a execução
Mais aulas do programa, mesmo que fora do periodo de aulas da disciplina
Poderiam ser feitas mais aulas, acho que apenas uma aula é prejudicial ao aprendizado
Mais tempo destinado ao aprendizado do software.
Mais tempo de aula na disciplina.
Preparar apostilas básicas e lista de exercícios

Figura 67 - Decima primeira questão

Fonte: Autoria Própria, 2017

O quadro abaixo demonstra algumas características que influenciam a aprendizagem dos alunos de forma positiva ou negativa.

Quadro 3 - Resumo

Variáveis estudadas pelo questionário	Impacto na aprendizagem dos alunos
Nível de aprendizagem dos Alunos	Positivo
Qualidade dos computadores	Positivo
Tempo destinado a aula de <i>SolidWorks</i>	Negativo
Qualidade na construção da aula de <i>SolidWorks</i>	Positivo

Fonte: Autoria Própria, 2017

5. CONCLUSÕES E PROPOSTAS

A finalidade da utilização do programa Solidworks foi mostrar ao aluno que o produto desenvolvido ao longo das etapas do projeto conceitual, básico e detalhado pode ser modelado virtualmente e que ele é capaz de executar todas as etapas do processo de desenvolvimento de produto. Mostra também que o desenho a ser modelado deve atender as necessidades do cliente e os requisitos do produto, desenvolvidas nas etapas anteriores, processo que o profissional projetista executa. O projeto teve a capacidade de apresentar um novo software e dar uma base para a criação de novos produtos, ou seja, atender a necessidade de modelagem que é algo importante no desenvolvimento de qualquer produto devido à diminuição do custo do planejamento.

A criação do produto canivete suíço tem como finalidade ajudar e dar suporte para os alunos desenvolverem produtos de pouca complexidade. A aula foi criada para demonstrar a importância de utilizar uma ferramenta de modelagem, apresentar a forma como o programa pode ser utilizado, ou seja, qual a forma de procedimento de cada comando e demonstrar como funcionam para esboçar um desenho em 2D e transformar em um corpo ou superfície e também como funciona o estudo de movimento, que é a simulação da utilização do produto. Os alunos puderam usufruir do Laboratório de Desenvolvimento de Produto e Inovação (LADEPI) e dos equipamentos. A utilização do software na disciplina de projeto de produto introduziu o aluno no ambiente de modelagem virtual, a metodologia desenvolvida facilitou o aprendizado, provocando uma diminuição dos erros de construção dos objetos e diminuindo o número de dúvidas durante o processo de utilização.

Após o término da aula foi disponibilizado aos alunos tutorial escrito e em vídeo com a finalidade do aluno refazer caso haja a necessidade, refazer comandos que serão utilizados no desenvolvimento dos seus produtos e também horários extra sala com a principal objetivo retirar as rebarbas pendentes. Com a criação de outros meios de comunicação vindo da necessidade que qualquer programa utilizado com pouco domínio há uma grande dificuldade de relembrar o que foi discutido em sala e os tutoriais foi necessário para preencher a lacuna de tempo entre a aula e prática dos alunos, ou seja, tudo foi planejado para facilitar o aprendizado dos alunos, pois foram demonstrados aos alunos alguns atalhos para ganhar tempo.

Com a impressora 3D podemos imprimir o produto para realização de testes, sendo que depois de todos os testes, caso o produto tenha realizado de forma satisfatória definimos o

produto final, logo dependendo do material do produto utilizado existe uma grande barreira na produção que é a falta de financiamento. Como as aulas de SolidWorks foi produzida para alunos com nenhum conhecimento no programa implica na baixa complexidade, ou seja, alguns projetos irão necessitar de mais atenção por conta da sua complexidade.

Ao final dos resultados obtidos pelo questionário percebe que todos os objetivos foram alcançados apesar do problema com o tempo disponível para a aula, somente três horas aula, viu-se a necessidade de criar uma alternativa para os alunos, pode ser um horário alternativo ou ao programar o plano de aulas atribuir mais tempo ao software.

Durante a elaboração do presente trabalho, foram identificadas várias oportunidades de melhorias, para aperfeiçoar a aula ministrada, por exemplo, se existir aumento do tempo disponível pode utilizar mais comandos de simulação, aumentando a capacidade de o aluno realizar teste para melhoria do seu projeto durante a disciplina e até mesmo criar oportunidade de realizar projetos extraclasse.

Com os resultados obtidos há uma demanda de estudo de qual melhor software CAD a utilizar no plano de curso e para aqueles alunos que querem profissionalizar nesses programas pode-se criar uma disciplina optativa para desenvolver essa área, visto que hoje estamos no começo revolução 4.0, onde softwares CAD vão estar cada vez mais em ascensão, ou seja, se os alunos tiveram contato com impressoras 3D durante a graduação criara um cenário muito agradável aos discentes. Na visão Schwab (2016) é de suma importância impressoras 3D nessa revolução e ainda vai além defende que já existe trabalhos em 4D, onde produtos criados por essa tecnologia podem realizar modificações instantâneas a depender do meio ambiente exposto.

Portanto, vale destacar a importância de elaborar estudos para proporcionar a instituição de ensino oportunidades de melhorias em seus métodos de ensino, proporcionar ao aluno uma real preparação para o mercado profissional.

BIBLIOGRAFIA

- AMARAL, et. al. **Gestão de desenvolvimento de produtos**. ed. Saraiva (2006)
- ANDERSON, Terry; DRON, Jon. **Three generations of distance education pedagogy**. The International Review of Research in Open and Distributed Learning, v. 12, n. 3, p. 80-97, 2011.
- AUTODESK. Compare o AutoCAD com o AutoCAD LT, 2017. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/compare/autocad-vs-autocad-lt>> Acesso em: 01 de outubro de 2017.
- AUTODESK. Visão Geral, 2017. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/compare/autocad-vs-autocad-lt>> Acesso em: 01 de outubro de 2017.
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. de. **Metodologias ativas de aprendizagem no ensino de engenharia**. Anais: II International Conference on Engineering and Technology Education. Cairo, Egito, 2014.
- BARRETO, J. M. **Inteligência artificial no limiar do século XXI**. 2.ed. Florianópolis/SC: JMBarreto, (1999).
- BARROS, Edlaine Fátima de. **Software educacional: Critérios a serem levados em conta no processo pedagógico** - Revista Tecnologia Educacional. Rio de Janeiro, v.29, nº 159/130, 2003. Disponível em:<ftp://vpn.fpte.br/cursos/Pos_Tecnologia_Educacional_T1/Aula_300110_Prof_LeonidesJustiniano/Software%20educacional%20-%20crit_rios.pdf> Acesso em 05 de março 2014.
- BAXTER, Mike. **Projeto de Produto**. São Paulo: Edgard Blucher, 2011.
- BORGES, F. M. **Identificação de pontos passíveis de aprimoramento no modelo de planejamento de novos produtos de Pahl e Beitz, na perspectiva da segurança do usuário** (Dissertação). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa - PB, 2008. Orientador: Prof. Dr. Celso Luiz Pereira Rodrigues
- BUCCIARELLI, Liuis L. **Engineering philosophy**. Delft: Delft University Press, 2003.

BULGRAEN, V. C. **O papel do professor e sua mediação nos processos de elaboração do conhecimento.** Revista Conteúdo, Capivari, v. 1, n. 4, p. 30-38, ago. /dez. 2010.

BUSWELL, R.; SOAR R.; GIBB A.; THORPE A. **Freeform Construction: Mega-scale Rapid Manufacturing for construction.** In: Automation in Construction 16, 2007, p.224–231.

CARVALHO, I. M. **O processo didático.** Rio de Janeiro, Fundação Getulio Vargas, 1973.

CARVALHO, A. C. B. D.; PORTO, A. J. V.; BALHOT, R. V. **Aprendizagem Significativa no Ensino de Engenharia.** Revista Produção, Santa Catarina, v. 11, n. 1, 2001.

CUNICO, Marlon Wesley Machado. **Impressora 3D: o novo meio produtivo** / Marlon Wesley Machadi Cunico; Concep3D Pesquisas Cientificas Ltda; Curitiba, 2014

CURY, H. N. **Estilos de aprendizagem de alunos de engenharia.** PUC, Rio de Janeiro, 2000.

SOLIDWORKSBRASIL. Sobre SolidWorks, 2017. Disponível em: <http://www.solidworksbrasil.com.br/sw/6453_PTB_HTML.htm> Acesso em: 01 de outubro de 2017.

DOMINICINI, W. K.; COELHO, L. H. **Desenvolvimento de Software Educacional para Análise e Dimensionamento de Estruturas em Concreto Protendido.** In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. [s.n.], 2014. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge-2014/Artigos/129002.pdf>.

ESTEVÃO, A. C.; GOTT, A. P. P.; OLIVEIRA, G. B. **Aprendizagem ativa no ensino de projeto arquitetônico.** Anais: I Congresso de Inovação e Metodologias de Ensino. Belo Horizonte, UFMG: 2015.

FELDER, Richard M.; SILVERMAN, Linda K. **Learning and Teaching Styles In Engineering Education.** Engr. Education, v. 78, n. 7, p. 674-681, 1988.

GENGNAGEL, C. L. **Apropriação das redes sociais no Ensino Superior: Possibilidades, perspectivas e desafios para Sala de Aula.** Anais: I Seminário Nacional de Inclusão Digital – SENID. 2012.

GURGEL, Floriano C. A. **Administração do produto.** São Paulo: Atlas, 1995

HOLLAND, Jonh L. Making vocation choices. **A theory of vocational personalities & work environments**. 2 ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1985

JAQUES, Jocelise J.; AZEVEDO, Gabriela Z.; AYMONE, José L. F.; TEIXEIRA, Fábio G. **Nova abordagem para o ensino de geometria descritiva básica**. COBENGE 2011. Porto Alegre: UFRGS, 2011.

KOLB, A. David. **Learning Styles and Disciplinary Differences**. 1981.

KRASTEL, M; MERKT, W. **Integration der Simulation und Berechnung in eine PLM – Umgebund – die Arbeitsgruppe SimPDM**. ProduktDatenJournal, p. 8-9, 2004

KRISHNAN, V. e ULRICH, K. T. **Product development decisions: A Review of the literatura**. Management Science, Vol. 47, n.o 1-jan, 2001

LAGOS, P. S. Ingeniería de Software Educativo, Teorías y Metodologías que la Sustentan. Revista Ingeniería Informática, n. 6, 2000.

LINPSON, H.; KURMAN, M. Fabricated: **The new World os 3D Printing**. Indianápolis: John Wiley & Sons, Inc., 2013.

MADSEN, D. **Engineering drawing and design**. 5. ed. Clifton Park: Delmar, 2012. 1056 p.

MEDINA, Simone da Silva Soria; LIBLIK, Ana Maria Petritis; ARSIE, Keilla Cristina. **A expressão gráfica na educação**. Anais: X – Congresso Nacional de Educação EDUCRERE, I Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação SIRSSE. Curitiba: PUC, 2011.

NAVEIRO, R., OLIVEIRA, V., **O projeto de engenharia, arquitetura e Desenho Industrial: conceitos, Reflexões, Aplicações e Formação Profissional**, 1 ed. Juiz de Fora, UFJF

NUNES, Breno O. **Gestão de TI inteligente**. Disponível em <<http://tiinteligente.blogspot.com.br/2010/05/pmbok-ciclo-de-vida.html>> Acesso em 01 de outubro de 2017.

OLISKOVICZ, K; PIVA, C. D. **As estratégias didáticas no ensino superior**. Revista de educação, v. 15, n. 19, p. 111- 127, 2014.

OLIVEIRA, C. A.; MERCADO, L. P. L. **As Redes Sociais como espaço de comunicação e interação entre Professor e Alunos na Educação Superior**. Anais: Associação Brasileira de Educação à Distância. Alagoas, 2013

PAHL, G. et al. **Projeto na Engenharia: Fundamentos do Desenvolvimento Eficaz de Produtos - Métodos e Aplicações** - Tradução da 6ª Edição. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2005.

PILETTI, C. Didática geral. São Paulo: Ática, 1999. 258 p. PINTO, D.; OLIVEIRA, V. **Reflexões sobre a prática do engenheiro-professor**. Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, COBENGE, Belém, PA, 2012.

PRO.RADEON. Experience a new level of realism, 2017. Disponível em: < <https://pro.radeon.com/en/solutions/design-manufacturing/solidworks/>> Acesso em 01 de outubro de 2017.

RODRIGUES, L. P.; MOURA, L. S.; TESTA, E. **O tradicional e o moderno quanto à didática no ensino superior**. Revista Científica do ITPAC, Araguaína, v.4, n.3, Pub.5, julho 2011.

ROMEIRO, E. F. **Projeto do produto**/Cristiano Vasconcellos Ferreira [et al]. Rio de Janeiro: Elsevier :ABEPRO - 2011

ROSSETTI, A. G.; MORALES, A. B. T. **O papel da tecnologia da Informação na Gestão do Conhecimento**. Revista Ciência da Informação, v. 36, n. 1, p. 124-135, 2007.

ROSSO, A. J.; TAGLIEBER, J. E. **Métodos ativos e atividades de ensino**. Perspectiva, Florianópolis, v. 10, n. 17, p. 37-46, jan./jun. 1992.

CAMPOS, L. E. S. M. **Impressoras 3D: Definições, tecnologias e aplicações** - 1ª ed. - Buenos Aires: Delarte Emcampos, 2011

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**; tradução Daniel Moreira Miranda. - São Paulo: Edipro, 2016

SILVA, W. A.; SARMENTO, A. P.; OLIVEIRA, M. H.; BEZERRA, J. E.; PAULA, H. M.; CARMO K. V.; MACHADO, D. R. **Avaliação das estratégias de ensino no Curso de Engenharia Civil na Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão**. Revista do Ensino da Engenharia, v. 35, n. 1, p. 11- 22, 2016.

SILVA, J. G. S. d. et al. **Uma Nova Concepção para o Ensino de Estruturas de Ação na FEN/UERJ**. Revista de Ensino de Engenharia, v. 24, n. 1, 2005. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/revista/index.php/abenge/article/view/24i>> Acesso: 01 de outubro de 2017.

SILVA, Francisco Duarte Magalhães. **O CAD Aplicado ao Projeto do Produto: O Ponto de Vista dos Designers Industriais** - Francisco Duarte Magalhães Silva. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011.

THERE3D. Thre3D. **THERE3D - 3D PRINTING, SIMPLIFIED.**, 2014. Disponível em: <there3d.com> Acesso: 01 de outubro de 2017

VALENTE, Jose Armando. **O computador na sociedade do conhecimento. - Campinas, SP:UNICAMP/NIED, 1999.** Disponível em: <<http://www.fe.unb.br/catedraunescoead/areas/menu/publicacoes/livros-de-interesse-na-area-de-tics-naeducacao/o-computador-na-sociedade-do-conhecimento>> Acesso em 10 de Setembro de 2013.

VENKATALAKSHMI, B; BALAKRISHNAN, R; SARAVANAN, V; RENOLD, A. P. **Impact of Simulation Softwares as Teaching Tools in Engineering Learning – An Instructional Design Choice**. Anais: IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) Abu Dhabi, UAE, 2016.

Vieira, Darli. **Gestão de projeto do produto**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013

WISHBOX, T. O que é a impressão 3D?, 2017. Disponível em: <<http://blog.wishbox.net.br/2017/02/23/o-que-e-impressao-3d/>> Acesso em 01 de outubro de 2017.

APÊNDICE A

Questionário sobre Percepção dos Alunos quanto à utilização do Software Solidworks Em Uma Disciplina de Projeto de Produto

Sou aluno de Engenharia de Produção Mecânica esse questionário tem por finalidade coletar dados para ser utilizado no TCC. O publico alvo são alunos matriculados nas cadeiras Planejamento e Projeto do Produto e Engenharia do Produto nos períodos 2015.2, 2016.1 e 2017.1

**Obrigatório*

1. **Endereço de e-mail ***

2. **Você já fez uso de algum software de modelagem digital antes da disciplina de produto? ***
Marcar apenas uma oval.
☐ Não *Ir para a pergunta 6.*
☐ Sim

Conhecimento em Desenho assistido por computador (CAD)

3. **Qual o software CAD que você já utilizou? ***
Marque todas que se aplicam.
☐ Autocad
☐ Solidworks
☐ Sketchup
☐ Outro: _____

Figura 68 – Questionário 1

Autoria Própria, 2017

4. **Como você aprendeu a usar estes softwares? ***
Marcar apenas uma oval.
☐ Disciplina durante a faculdade
☐ Curso de treinamento de software
☐ De forma autodidata
☐ Outro: _____
5. **Você ainda utiliza softwares CAD? ***
Marcar apenas uma oval.
☐ Sim *Ir para a pergunta 5.*
☐ Não *Ir para a pergunta 6.*

Conhecimento em Desenho assistido por computador (CAD)

6. **Há quanto tempo você utiliza software CAD?**
Marcar apenas uma oval.
☐ menos de 1 ano
☐ Entre 1 a 2 anos
☐ 2 a 3 anos
☐ mais de 3 anos

Qual sua opinião sobre Solidworks

7. **Você acha importante o ensino de algum CAD na disciplina de Projeto de Produto? ***
Marcar apenas uma oval.
☐ Sim
☐ Não
☐ Talvez

Figura 69 - Questionário 2

Autoria Própria, 2017

O conhecimento do software Solidworks *

Marque a opção que melhor defina a sua opinião

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Impacto na minha vida acadêmica, expandindo minhas habilidades como engenheiro de produção, apenas ampliando meu conhecimento.
- ☐ Impacto na minha vida profissional, podendo me favorecer no mercado de trabalho.
- ☐ Nenhum impacto na minha vida acadêmica e profissional.

9.

Em relação às aulas básicas de SolidWorks e tutorias disponibilizados, você se sentiu (sente) confiante para modelar o produto que você e seu grupo desenvolveu na disciplina utilizando o software Solidworks? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim, me senti confiante para modelar o produto que desenvolvi com meu grupo.
- ☐ Senti-me um pouco confiante para modelar o produto que estou desenvolvendo com meu grupo.
- ☐ Não me senti confiante para modelar o produto que estou desenvolvendo com meu grupo.

10.

Sobre as aulas ministradas sobre o software Solidworks eu: *

Marque a opção que melhor defina a sua opinião.

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Não gostei das aulas e não tenho interesse em aprender o software.
- ☐ Não gostei das aulas, mas tenho interesse em aprender mais sobre o software.
- ☐ Gostei das aulas e não me interesse em aprender mais sobre o software.
- ☐ Gostei das aulas e me interesse em aprender mais sobre o software.

Figura 70 - Questionário 3

Autoria Própria, 2017

10. **Sobre as aulas ministradas sobre o software Solidworks eu: ***
 Marque a opção que melhor defina a sua opinião.
Marcar apenas uma oval.
- ☐ Não gostei das aulas e não tenho interesse em aprender o software.
☐ Não gostei das aulas, mas tenho interesse em aprender mais sobre o software.
☐ Gostei das aulas e não me interessa em aprender mais sobre o software.
☐ Gostei das aulas e me interessa em aprender mais sobre o software.
11. **Sobre o tempo disponível para o aprendizado do Solidworks na disciplina de Projeto de Produto:**
Marcar apenas uma oval.
- ☐ Muito Bom
☐ Bom
☐ Razoável
☐ Ruim
☐ Péssimo
12. **Sugestões para melhoria das aulas de Solidworks:**
- _____

13. **Sobre qualidade dos computadores utilizados estão:**
Marcar apenas uma oval.
- ☐ Muito Bom
☐ Bom
☐ Razoável
☐ Ruim
☐ Péssimo
14. **Sobre a Interface do Solidworks:**
Marcar apenas uma oval.
- ☐ Gostei
☐ Normal
☐ Péssimo
15. **Recomenda a utilização do Solidworks para outros alunos:**
Marcar apenas uma oval.
- ☐ Sim
☐ Não
☐ Talvez
16. **Sobre a facilidade de operar o software:**
Marcar apenas uma oval.
- 0 1 2 3 4 5
 Muito Difícil ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Muito Fácil
17. **Utilizar Solidworks atendeu as minhas expectativas:**
Marcar apenas uma oval.
- 0 1 2 3 4 5
 Não atende em nada ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Superou as expectativas

Figura 71 - Questionário 4

Autoria Própria, 2017

18. **Sente vontade de continuar a utilizar o Solidworks**
Marcar apenas uma oval.
- | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| Posso utilizar outro facilmente | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Continuo mesmo que outras pessoas indiquem produtos concorrentes |
19. **Os monitores transmitiram confiança e domínio sobre o Solidworks**
Marcar apenas uma oval.
- ☐ Sim
☐ Talvez
☐ Não
20. **Sobre os comandos ensinados nas aulas:**
Marcar apenas uma oval.
- | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|
| Nenhum comando útil | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Todos os comando forma úteis |
21. **Acredita que software CAD pode criar oportunidades tanto na carreira acadêmica e como profissional:**
Marcar apenas uma oval.
- ☐ Sim
☐ Talvez
☐ Não
22. **Sentiu-se estimulado a utilizar o Solidworks**
Marcar apenas uma oval.
- ☐ Sim
☐ Talvez
☐ Não

Figura 72 - Questionário 5

Autoria Própria, 2017